BAND 39, HEFT 4 OKTOBER 1960

PHYTOPATHOLOGISCHE ZEITSCHRIFT

Begründet von Prof. Dr. E. Schaffnit

Unter Mitwirkung von

Prof. Dr. E. Baldacci, Mailand / Prof. Dr. H. Braun, Bonn / Prof. Dr. W. B. Brierley, Keswick-Cumberland / Prof. Dr. N. Hiratsuka, Tokyo / Oberreg.-Rat i. R. Dr. E. Köhler, Braunschweig / Prof. Dr. K. O. Müller, Canberra / Prof. Dr. H. M. Quanjer, Wageningen / Prof. Dr. T. S. Sadasivan, Madras / Prof. Dr. Tr. Savulescu, Bukarest Prof. Dr. K. Silberschmidt, São Paulo / Prof. Dr. E. C. Stakman, St. Paul

herausgegeben von den Professoren

E. Gäumann Zürich

M. Klinkowski Aschersleben

H. Richter Berlin-Dahlem

Mit 41 Abbildungen

1960

PAUL PAREY IN BERLIN UND HAMBURG

Phytopath. Z. Bd. 39 Heft 4 *S. 297—400 Berlin 1960*

Postverlagsort Berlin

NSP RAM MM

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE 8 - NOV 1960

INHALT

Abhandlungen

EBNER, L., Einfluß der Quecksilberbeizung auf Keimung und Jugendwachstum der Zuckerrübe unter besonderer Berücksichtigung ihrer selektiven Wirkung auf die samenbegleitende Mikroflora. Mit 3 Abb. 297

KUMMEROW, J., und V. MATTE, Anatomische Beobachtungen an *Phrygilanthus tetrandrus* (Ruiz et Pav.) Eichl., einer semiparasitischen Loranthacee. Mit 9 Abb. 321

BAZZIGHER, G., *Cronartium asclepiadeum* (Willdenow) Fries auf *Pinus montana* Mill. Mit einer Abb. 327

NÜESCH, J., Beitrag zur Kenntnis der weidenbewohnenden *Venturiaceae*. Mit 12 Abb. 329

HACKEL, E., Zur Ätiologie einer Weichfäule des Chinakohls. Mit 9 Abb. 361

HUBBES, M., Untersuchungen über die Valsaceengattung *Valseutypella* v. H. Mit 7 Abb. 389

Manuskripte: In deutscher, englischer, französischer oder italienischer Sprache abgefaßte Originalarbeiten werden druckfertig und möglichst in Schreibmaschinenschrift erbeten. Aufnahme von Tabellen und Abbildungen unterliegt jeweils vorheriger Vereinbarung.
„Kurze Mitteilungen" sind solche Veröffentlichungen in den vorerwähnten Sprachen, die im allgemeinen einen Umfang von vier Druckseiten nicht übersteigen. Sie erscheinen möglichst schon im nächsten Heft.
Die „Besprechungen" erscheinen nur in deutscher Sprache.

Herausgeber: Prof. Dr. E. GÄUMANN, Zürich 6, Universitätsstraße 2, Prof. Dr. M. KLINKOWSKI, Aschersleben, Ermslebener Str. 52, und Prof. Dr. H. RICHTER, Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19. Zusendung der Manuskripte von Originalarbeiten und „Kurzen Mitteilungen" entweder an den Verlag Paul Parey, Berlin SW 61, Lindenstraße 44/47, oder an einen der drei Herausgeber.
Zusendung der „Besprechungen" unmittelbar an Prof. RICHTER, Berlin-Dahlem. Soweit nicht eine Aufforderung der Herausgeber zur Besprechung bestimmter Arbeiten ergangen ist, empfiehlt es sich, Prof. RICHTER vorher von der Absicht der Besprechung zu verständigen.

Honorierung: Das Mitarbeiterhonorar für Originalarbeiten und „Kurze Mitteilungen" beträgt 32,— DM je Druckbogen von 16 Seiten. Bei Beiträgen von mehr als drei Bogen werden nur die ersten drei Bogen honoriert; Dissertationen und Buchbesprechungen sind honorarfrei.

Sonderdrucke: Jeder Mitarbeiter erhält unberechnet 30 Sonderdrucke seines Beitrages (Originalarbeiten und Kurze Mitteilungen). Mehrbedarf gegen Berechnung.

Vorbehalt aller Rechte, insbesondere auch der photomechanischen Vervielfältigung: Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der photomechanischen Wiedergabe sind vorbehalten. Gewerblichen Unternehmen wird die Anfertigung einer photomechanischen Vervielfältigung von Beiträgen oder Beitragsteilen für den innerbetrieblichen Gebrauch durch Photokopie, Mikrokopie und dergleichen, nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958, gegen Bezahlung der dort vorgesehenen Gebühr bis zu 3 Exemplaren gestattet. Die Vervielfältigungen haben einen Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu tragen. Die in dem Rahmenabkommen vorgesehene Gebühr ist an die Inkassostelle für Photokopiergebühren beim Börsenverein des Deutschen Buchhandels e. V., Frankfurt/M., Gr. Hirschgraben 17-19, zu entrichten. Erfolgt die Entrichtung der Gebühren durch Wertmarken der Inkassostelle, so ist für jedes Photokopierblatt eine Marke im Werte von DM 0,30 zu verwenden. Mit der Überlassung des Manuskriptes überträgt der Verfasser dem Verlag das Recht zu dieser Genehmigung.

Erscheinungsweise: Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge. Jährlich erscheinen etwa 10—12 Hefte, von denen 4 einen Band bilden. Jedes Heft enthält etwa 7 Druckbogen.

Bezugsbedingungen: Der Preis des Bandes richtet sich nach dem Umfang. Er beträgt je Druckbogen von 16 Seiten etwa 3,75 DM. Die Hefte sind auch einzeln käuflich. Das Abonnement verpflichtet zum Bezug eines ganzen Bandes. Es verlängert sich jeweils, falls nicht spätestens unverzüglich nach Eingang der letzten Lieferung des berechneten Bandes Abbestellung erfolgt.

Verlag: Paul Parey, Berlin SW 61, Lindenstraße 44/47, Telefon 61 44 68/69. Printed in Germany (Westberlin).

Abonnementspreis dieses Heftes 25,40 DM **Einzelpreis 28,— DM**

Aus dem Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim
Direktor: Prof. Dr. B. Rademacher

Einfluß der Quecksilberbeizung auf Keimung und Jugendwachstum der Zuckerrübe unter besonderer Berücksichtigung ihrer selektiven Wirkung auf die samenbegleitende Mikroflora[1])

Von

L. Ebner

Mit 3 Abbildungen

A. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Über das Vorkommen von Mikroorganismen am Saatgut besteht schon eine recht umfangreiche Literatur. Allerdings gehen die einzelnen Autoren von den verschiedensten Fragestellungen aus. Soweit es sich bei den Organismen um wichtige samenübertragbare Krankheitserreger handelt, ist deren Verhalten bei der Keimung sowie ihre Empfindlichkeit gegenüber den Quecksilberbeizmitteln weitgehend bekannt.

Im Hinblick auf die recht unterschiedlichen Ergebnisse von Beizversuchen mit Hg-Trockenbeizmitteln schien deren Wirkung auf die gesamte erfaßbare Mikroflora des Saatgutes — also auch auf die Saprophyten und die fakultativen Parasiten — einer genaueren Untersuchung wert.

Eingehende Untersuchungen über das Verhalten der samenbegleitenden Mikroflora bei der Keimung unter Berücksichtigung der selektiven Wirkung der Quecksilberbeizmittel wurden von Roth (1958) an Gerste am gleichen Institut durchgeführt.

Über die Mikroorganismen am Rübensaatgut berichteten Stoklasa (1906), Störmer und Eichinger (1910), Stehlick und Neuwirth (1928, 1929) und von Plotho (1956). Die Frage der Zweckmäßigkeit der Rübensamenbeizung war lange Zeit vor allem als Mittel gegen den „Komplex" Wurzelbrand umstritten. Seit die chemische Industrie aber einerseits Präparate anbietet, die eine Wirkung gegen die *Cercospora*-Blattfleckenkrankheit

[1]) Auszug aus der gleichlautenden Dissertation der Landw. Hochschule Hohenheim 1958.

zeigen (KOCH 1953, WENZL 1941, 1956, WENZL und KREXNER 1957), und andererseits die Vorverlegung der Ausaattermine in eine klimatisch weniger sichere Periode ein größeres Risiko für das Keimstadium mit sich bringt, ist eine erweiterte Begründung für die Rübenbeizung gegeben.

Im Anschluß an die Arbeit von ROTH (1958) sollte geklärt werden, wie weit deren Ergebnisse auch auf Samenarten mit völlig anderem morphologischen Aufbau übertragbar sind. Dabei interessierte im Speziellen die Frage, in welcher Abhängigkeit von der Herkunft die Mikroflora quantitativ und qualitativ steht und welche Wirkungsunterschiede nach der Beizung daraus abgeleitet werden können. Außerdem interessierte die Wirkung der Beizung auf den Keimling nach Ausschaltung der Mikroflora sowohl am Saatgut wie auch im Keimsubstrat.

B. ARBEITSMATERIAL UND METHODEN[1])

I. Saatgut

Zu den Untersuchungen mit Rübensaatgut standen zwölf Herkünfte der Zuckerrübensorte „Kleinwanzlebener E" zur Verfügung. Davon stammten sechs aus der Ernte 1955 (Bezeichnungen 1 bis 6) und sechs von denselben Vermehrungsgebieten aus dem Jahre 1956 (Bezeichnungen 1 a bis 6 a). Auf diese Weise sollten etwaige Unterschiede der Herkunft und des Jahrganges erfaßt werden.

II. Beizmittel

In Vorversuchen wurden die Hg-Trockenbeizmittel Ceresan, Cerenox-spezial, Abavit-Neu und Dynamal hinsichtlich der Erhaltung der Keimfähigkeit des Rübensaatgutes unter erschwerten Keimbedingungen miteinander verglichen. Das Rübensaatgut wurde drei Tage vor den einzelnen Versuchen mit 0,6 % Beizmittel behandelt. In Vorversuchen unter extrem ungünstigen Keimbedingungen erbrachte Ceresan die besten Ergebnisse. Daher wurde für die weiteren Untersuchungen nur noch Ceresan verwendet.

III. Feststellung der Keimfähigkeit

Soweit nicht anders angegeben, erfolgten die Keimfähigkeitsprüfungen nach den Methoden der amtlichen Samenkontrolle (EGGEBRECHT 1949).

Die Keimversuche wurden in Keimtaschen, sterilem Sand, sterilem Ziegelgrus, in steriler und nicht steriler Erde vorgenommen.

In einigen Fällen wurde auch das Topographische Tetrazoliumverfahren für die Beurteilung der Rübenproben herangezogen (LAKON und BULAT 1958). Mit seiner Hilfe können nekrotische Stellen am Embryo leicht festgestellt werden.

Bei der Auswertung von Keimergebnissen nach der genannten Methode wird folgende Beurteilung der Knäuel zugrunde gelegt:

1. Keimfähige Knäuel,
   a) Knäuel, die nur keimfähige Samen enthalten,
   b) Knäuel, die keimfähige und nicht keimfähige Samen enthalten;
2. nicht keimfähige Knäuel. Alle Samen im Knäuel sind nicht keimfähig;
3. taube Knäuel. Alle Samenhöhlen sind leer.

[1]) Eine ausführliche Beschreibung der Methoden kann in der Originalarbeit EBNER (1959) nachgelesen werden.

IV. Oberflächendesinfektion des Saatgutes

Das Saatgut wurde fünf Minuten lang mit einer 1%igen Bromlösung behandelt, um die Konkurrenz der samenbürtigen Mikroorganismen bei verschiedenen Versuchen auszuschalten. Anschließend wurde fünfmal mit sterilem destilliertem Wasser nachgespült. Keimschädigungen wurden nach dieser Behandlung nicht festgestellt.

V. Ermittlung des Mikroorganismenbesatzes am Saatgut

Von dem auf Mikroorganismen zu untersuchenden Saatgut wurden je 10 g in 70 ccm steriler physiologischer Kochsalzlösung im Homogenisator verarbeitet. Mit weiteren 30 ccm wurden anschließend das Messer und die Messerspindel des Homogenisators nachgespült. Aus dieser Aufschwemmlösung wurden Verdünnungreihen in Zehnerpotenzen hergestellt (Janke 1946) und die Platten nach dem Kochschen Plattenverfahren gegossen. Die Bebrütung der Platten erfolgte bei 26 °C. Ausgezählt wurde am 5., 10. und 18. Tage. Für die Auszählung kamen nur Platten in Frage mit einer Kolonienzahl zwischen 20 und 400.

Nährböden für Bakterien: 1/3 D-Agar 0,4% Pepton Witte, 0,07% Kochsalz, 0,3% Liebigs Fleischextrakt, 0,4% Dextrose, 2% Agar, pH-Wert 7,2; für Pilze: Biomalz-Agar 4% Biomalz, 0,5% Pepton, 1,5% Agar, pH-Wert 5,6; für Actinomyceten: Conn-Agar 0,05% asparaginsaures Natrium, 1% Glyzerin, 0,1% Glukose, 0,15% $NH_4H_2PO_4$, 0,2% $MgSO_4$, 0,01% $CaCl_2$, 0,01% KCl, 1 Tropfen 2%iger $FeCl_3$, pH-Wert 7,2.

C. ERGEBNISSE

I. Keimfähigkeit und Organismenbesatz von zwölf Rübensamenherkünften

Zur Beurteilung des Saatgutes wurden die Samenproben im April 1957 zunächst auf Keimfähigkeit und Besatz mit Mikroorganismen untersucht. Die Ergebnisse der Keimfähigkeitsprüfung zu Beginn der Untersuchungen ergeben folgendes Bild: Die Zahl der keimfähigen Knäuel am 14. Tage nach der Aussaat ist bei allen Herkünften des Jahres 1956 mit Ausnahme der Herkunft Braunschweig niedriger als bei den Herkünften des Jahres 1955. Auch die Zahl der Keime ist bei allen Herkünften des Jahres 1956 niedriger. Die höchsten Werte bringt die Herkunft Bremervörde 1955 (Hkft. 1), die niedrigsten Herkunft Süd-Hannover 1956 (Hkft. 4 a).

Ein Vergleich der Keimfähigkeit mit dem festgestellten Mikroorganismenbesatz zeigt folgende Parallelität: *Verminderte Keimfähigkeit und erhöhter Organismenbesatz für sämtliche Herkünfte des Jahres 1956 bzw. höhere Keimfähigkeit und schwächerer Organismenbesatz der Herkünfte des Jahres 1955.* Der geringere Mikroorganismenbesatz an den Herkünften des Jahres 1955 ist nicht allein damit zu erklären, daß bei normaler trockener Lagerung ein Teil der Organismen auf natürliche Weise zugrunde geht, denn es ist andererseits auch eigentümlich, daß das ältere Saatgut aus dem Jahre 1955 bei allen Herkünften eine höhere Keimfähigkeit aufweist als das jüngere des Jahres 1956.

Ein direkter Einfluß der vorwiegend saprophytischen Organismen (Stehlick und Neuwirth 1928/29) ist beim Keimversuch unter optimalen Bedingungen nicht anzunehmen, weil sonst nach Ausschaltung der Organismen durch chemische Desinfektion die Keimfähigkeit absolut steigen müßte. Vielmehr muß man annehmen, daß außer für die Keimfähigkeit auch für die

Zahl der am Saatgut haftenden Organismen die klimatischen Faktoren beim Heranreifen und während der Ernte des Saatgutes eine entscheidende Bedeutung haben.

Ein Vergleich der Zahlen für die Keimfähigkeit und die samenbegleitenden Organismen mit den Niederschlagswerten in den entscheidenden Monaten Juni bis einschließlich September zeigt, daß *in allen vergleichbaren Anbaugebieten im Jahre 1956 höhere Niederschläge gefallen sind als in den gleichen Monaten des Jahres 1955*. Zu entsprechenden Ergebnissen kam auch SPICHER (1958).

Tabelle 1

Mikroorganismenbesatz auf 1 g Zuckerrübensaatgut verschiedener Herkünfte der Jahre 1955 und 1956

Herkunft	Bakterien		Pilze		Aktinomyceten		Gesamtzahl	
	ungebeizt	gebeizt	ungebeizt	gebeizt	ungebeizt	gebeizt	ungebeizt	gebeizt
	Keimgehalt im Frühjahr 1957							
1	86 000		6 000		3 000		95 000	
1a	1 428 000		14 000		6 000		1 448 300	
2	505 000		16 000		20 000		541 000	
2a	1 643 750		30 000		280 000		1 953 750	
3	342 250		16 000		90 000		454 250	
3a	723 500		30 000		73 000		826 500	
4	169 250		7 000		9 000		185 250	
4a	1 073 500		21 000		630 000		1 724 500	
5	166 500		5 000		36 000		207 500	
5a	201 250		20 000		7 000		228 250	
6	16 500		5 000		12 000		33 500	
6a	1 304 000		23 000		5 000		1 392 000	
	Keimgehalt im Herbst 1958							
1	77 200	950	600	600	300	200	78 100	1 750
1a	83 000	1 490	1 300	400	1 900	780	86 200	2 670
2	26 800	3 700	370	150	600	400	27 770	4 250
2a	41 800	5 980	600	300	4 200	800	46 600	7 080
3	56 500	4 820	1 000	310	700	0	58 200	5 130
3a	57 600	7 070	2 600	4 100	400	0	60 600	11 170
4	34 000	2 800	1 900	530	0	0	35 900	3 330
4a	86 200	4 000	4 300	600	1 300	400	91 800	5 000
5	26 000	1 900	860	200	450	150	27 310	2 250
5a	32 000	3 400	1 010	380	0	0	33 010	3 780
6	2 500	860	630	470	650	180	3 780	1 510
6a	36 200	4 230	1 600	800	0	0	37 800	5 030

1 = Bremervörde 1 a = Lüneburg 4 = Süd-Hannover 4 a = Süd-Hannover
2 = Hannover 2 a = Hannover 5 = Hameln 5 a = Hildesheim
3 = Braunschweig 3 a = Braunschweig 6 = Goslar 6 a = Einbeck

Bei den genannten Untersuchungen im Frühjahr 1957 konnte nicht mehr geklärt werden, ob der erhöhte Mikroorganismenbesatz durch einen höheren Wassergehalt des Saatgutes bedingt wird oder ob die Organismen schon allein durch hohe Niederschläge in größerer Zahl auf das Saatgut gelangen bzw. sich dadurch besser auf dem Saatgut entwickeln können.

Die Anzahl der auf den genannten Nährböden feststellbaren Organismen ging bis zur zweiten Untersuchung im Herbst 1958 wesentlich zurück. Sowohl die Pilze als auch die Bakterien sind an diesem Abfall der Keimzahlen beteiligt (Tab. 1). Bei den Bakterien konnte eine prozentuale Verschiebung der makroskopisch unterscheidbaren Formen zugunsten der Bazillen und rahm- bis dottergelben Bakterienkolonien festgestellt werden. Über ähnliche Beobachtungen berichtete auch Roth (1958, daselbst auch ausführliche Literaturübersicht). Ob durch die Quecksilbertrockenbeizung nur bestimmte Arten abgetötet werden, läßt sich nach den vorliegenden Versuchsergebnissen nicht sagen.

Der starke Rückgang der Pilze beim ungebeizten Saatgut umfaßt alle am Anfang festgestellten Arten; dies ist vor allem auch damit zu erklären, daß bei längerer trockener Lagerung das Myzel abstirbt, welches beim frischen Saatgut noch durch die Homogenisierung für das Kochsche Plattenverfahren in kleinsten Teilchen dem Nährboden beigemischt wird. Durch die Beizung werden alle Pilze abgetötet mit Ausnahme der *Penicillium*- und der meisten *Aspergillus*-Arten. Diese Befunde decken sich mit denjenigen von Roth (1958). Nur in vereinzelten Fällen wurden noch andere Pilzarten beobachtet, die von der eigentlichen Samenschale und der Samenhöhle herstammen. Gestützt auf eigene orientierende Untersuchungen, deren Resultate hier nicht in extenso aufgeführt werden sollen, kann diesen Organismen nicht die gleiche Bedeutung zuerkannt werden, die ihnen von Plotho (1956) beigemessen hat. Die von von Plotho aufgeführten Pilzgattungen konnten nur in einzelnen Fällen nachgewiesen werden.

Die Keimfähigkeit ist während der eineinhalbjährigen Lagerung nur unwesentlich zurückgegangen. Der Keimfähigkeitsabfall ist bei den Herkünften des Jahres 1956 nicht größer als bei denen des Jahres 1955. Dies beweist wiederum, daß unter optimalen Lagerungsbedingungen ein direkter Einfluß der das Saatgut besiedelnden Mikroorganismen nicht zu erwarten ist.

Die im Herbst 1958 mögliche Keimfähigkeitsprüfung nach dem Topographischen Tetrazoliumverfahren lieferte zusätzliche Einblicke in die Keimeigenschaften der Rüben. Es zeigte sich, daß der Anteil solcher Knäuel, die keimfähige und nicht keimfähige Samen enthalten, bei den keimfähigen Knäueln der Herkünfte des Jahres 1956 größer ist als bei denen des Jahres 1955. Nach Lakon und Bulat (1958) ist bei den keimfähigen Samen dieser Gruppe der Anteil solcher Keime, die Nekrosen an den Wurzel- und Kotyledonenspitzen aufweisen, besonders groß. Bei der Bewertung der Triebkraft nach dem Topographischen Tetrazoliumtest werden solche Knäuel mit den dazugehörigen keimfähigen Keimen in Abzug gebracht, da Embryonen mit partiellen Nekrosen

schädigenden Einflüssen während der Keimzeit am schnellsten zum Opfer fallen.

Demnach muß eine solche Herkunft mit einem hohen Anteil an Knäueln, die keimfähige und nicht keimfähige Samen enthalten, im Keimversuch immer mehr gefährdet sein als eine Herkunft, bei welcher der Anteil solcher Knäuel nur gering ist.

II. Beobachtungen über die Verbreitung verschiedener Organismenarten an den Herkünften

In den meisten Arbeiten mit Angaben über Mikroorganismen am Rübensaatgut wurden in der Hauptsache nur Pilze berücksichtigt, die als etwaige Erreger des Wurzelbrandes in Frage kommen. Nur STOKLASA (1906) und STEHLICK und NEUWIRTH (1928/29) erwähnten, daß am Knäuel verschiedene Bodenorganismen sitzen können, die als obligate oder fakultative Parasiten in Frage kommen. STOKLASA gibt Organismenkeimzahlen auf 1 g Rübensaatgut an, die zwischen 300 000 und 800 000 liegen. Er vermutet, daß es sich um Bodenorganismen des jeweiligen Standortes handelt.

Die großen Schwankungen beim Organismenbesatz müssen in einem ursächlichen Zusammenhang mit den Klimaverhältnissen des Standortes stehen. Hierbei scheinen die Niederschläge während der Samenreife eine entscheidende Rolle zu spielen.

Die in Tabelle 1 wiedergegebenen Organismenzahlen wurden mit dem KOCHschen Plattenverfahren ermittelt (siehe Seite 299 unter Abschnitt V).

Nach Abschluß der letzten Zählung wurden die einzelnen Organismen abgeimpft und durch mehrere Plattenpassagen von Verunreinigungen gesäubert. Die Prüfung der Kulturen auf ihre Reinheit wurde mit dem Mikroskop durchgeführt (JANKE 1946). Von den 50 Bakterienisolanten sollten nur die offensichtlich wichtigsten 16 Arten für die späteren Infektionsversuche weiterkultiviert werden. Bei diesen handelte es sich um Kokken in fünf, um Kurzstäbchen in drei, um mittellange Stäbchen in fünf und um Langstäbchen in drei Fällen.

Die Pilze wurden sämtlich von den Platten abgeimpft. Arten, die nur bei einer Herkunft und da nicht in allen Wiederholungen zu finden waren, wurden nicht registriert, sondern ausgeschieden (Tab. 2).

Die von ROTH außerdem an Gerstenkaryopsen gefundenen Gattungen *Gibberella, Epicoccum, Phyllosticta, Stemphylium* und *Syncephalastrum* sowie die von VON PLOTHO an Rübenknäueln festgestellten Gattungen *Rhizopus, Pythium, Ramularia* und *Macrosporium* konnten bei den untersuchten Rübenherkünften nicht nachgewiesen werden.

Die Aktinomyceten wurden zwar zahlenmäßig festgestellt, jedoch nicht für Infektionsversuche weiterkultiviert. Es handelte sich hauptsächlich um Arten mit weißem Myzel, wie auch ROTH (1958) berichtet hat. Arten mit grünem und grauem Luftmyzel wurden nur vereinzelt beobachtet. Ein besonders starkes Vorkommen der Aktinomyceten fällt bei den schlechten

Herkünften 2 a und 4 a auf. Es ist nicht ausgeschlossen, daß diesen Organismen vor allem bei feuchter Lagerung eine qualitätsbestimmende Bedeutung zukommt.

Tabelle 2

Verbreitung der einzelnen Pilzarten auf den zwölf Herkünften

Pilz Nr.	Gattung bzw. Art	1	1a	2	2a	3	3a	4	4a	5	5a	6	6a
3	*Alternaria*[1]	+	—	—	+	+	—	—	—	+	—	—	—
4	*Fusarium*[1] [2]	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—	+	+
12	*Phoma betae*[1]	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14	*Scopulariopsis brevicaulis*	+	—	—	+	—	—	+	+	—	—	+	+
39	*Cladosporium*[2]	—	+	+	—	—	+	—	+	—	—	—	+
44	*Mucor*[1] [2]	—	+	+	+	—	—	+	+	—	+	+	—
50	*Verticillium*[2]	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	+	+
51	*Botrytis*[2]	—	+	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—
52	*Trichothecium roseum*[2]	+	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—
55	*Aspergillus repens*[2]	+	—	+	—	—	+	—	+	—	—	+	—
64	*Cercospora beticola*[1]	—	—	—	+	—	—	+	+	—	—	—	—
82	*Aspergillus amstelodami*[2]	+	—	—	+	—	—	—	+	—	+	—	+

[1]) Die betreffenden Pilzgattungen wurden auch von von Plotho am Zuckerrübensaatgut gefunden.

[2]) Diese Pilzgattungen wurden auch von Roth an Gerste gefunden.

Die Vertreter der Gattungen *Penicillium* und *Aspergillus* (außer *A. amstelodami* und *A. repens*) sind in der Tabelle nicht aufgeführt, weil sie auf allen Herkünften vorkamen.

Zusammenfassend ist zu bemerken, daß bei den zwölf untersuchten Rübenherkünften die Mannigfaltigkeit der vorgefundenen Organismenarten, insbesondere aber auch die Gesamtzahl der vorhandenen Organismen überhaupt, wesentlich geringer ist als bei den von Roth (1958) untersuchten Gerstenherkünften. Dies trifft ganz besonders für die Pilze zu. Die Ergebnisse können unmittelbar miteinander verglichen werden, da in der vorliegenden Arbeit dieselben Nährböden verwendet wurden, wie sie Roth angegeben hat.

III. Bedeutung verschiedener Keimsubstrate für die Beizwirkung

Bei Keimversuchen in Sand sind die Rübenknäuel gegenüber allen ungünstigen Einflüssen besonders empfindlich. Nach orientierenden Vorversuchen zur Bestimmung des günstigsten Feuchtigkeitsgehaltes des Keimbettes und zur Ermittlung der optimalen Keimtemperatur konnte die Wirkung der Beizung in extremer Weise untersucht werden. Alle Herkünfte zeigten nach Beizung zunächst geringere Keimzahlen als die ungebeizten Proben. Am Ende des Versuches lagen nur die Keimzahlen der gebeizten Herkünfte des Jahres 1956 über denjenigen der ungebeizten Herkünfte desselben Jahres. Es scheint, als ob beim guten Saatgut (1955) der keimhem-

mende Effekt der Quecksilberbeizung stärker ist als der durch Organismen möglicherweise hervorgerufene Schaden in einem Keimversuch unter ungünstigen Bedingungen, während das Saatgut geringerer Qualität (1956) durch Beizmittel einen wirksamen Schutz erhält gegen Organismen, die bei ungünstigen Keimverhältnissen — meist von Embryonekrosen ausgehend — den Embryo zerstören können (HILTNER 1903, LAKON 1916).

Die absolute Keimzahl ist indessen bei der Beurteilung der Berechtigung der Rübensamenbeizung gerade nicht allein maßgebend. Entscheidend ist die Vitalität und der Gesundheitszustand des aufgelaufenen Keimlings. Die Bonitierungsergebnisse des Gesundheitszustandes zeigen deutlich, wie wichtig die Beizung in jedem Falle ist.

Bei Keimversuchen mit der besten (Hkft. 1) und der schlechtesten Herkunft (Hkft. 4 a) in steriler und nicht steriler Erde zeigt sich, daß unter den gewählten Bedingungen im sterilen Keimmedium die Keimfähigkeit der ungebeizten Proben wesentlich stärker gegenüber gebeizt abfällt als im nicht sterilen Keimsubstrat. Für diesen Keimfähigkeitsabfall müssen wesentlich die Mikroorganismen des Saatgutes verantwortlich gemacht werden, da die Bodenorganismen vorher durch Sterilisation des Keimsubstrates ausgeschaltet worden waren. Im nicht sterilen Keimmedium wird durch die Konkurrenz der Bodenflora ein Gleichgewichtszustand zwischen dieser und der samenbegleitenden Mikroflora hergestellt. Die Bodenflora hemmt offensichtlich ungünstige Einflüsse der Samenflora.

Nach GÄUMANN (1928) kann *Pythium* den Embryo im Knäuel zerstören, während *Phoma betae* nur den Keimling — eventuell schon unter der Erdoberfläche — abtöten kann. Da *Pythium* praktisch nur vom Boden aus den

Abb. 1. Keimergebnis der guten Herkunft 1 in verschiedenen Keimsubstraten. Von links nach rechts: steriler Ziegelgrus, sterile Erde, nicht sterile Erde. Oben: ungebeizt; unten: gebeizt

Abb. 2. Keimergebnis der schlechten Herkunft 4 a in verschiedenen Keimsubstraten. Von links nach rechts: steriler Ziegelgrus, sterile Erde, nicht sterile Erde. Oben: ungebeizt; unten: gebeizt

Knäuel befällt und andere schädliche Pilze vom zersetzten Saatgut nicht abisoliert werden konnten, müssen hauptsächlich Bakterien für eine Zersetzung der Embryonen unter diesen Keimverhältnissen vermutet werden.

Der Abfall der Keimfähigkeit von gebeizt zu ungebeizt ist im sterilen Keimsubstrat bei der schlechten Herkunft beinahe doppelt so groß wie bei der guten Herkunft. Je nach der Art des Keimversuches treten negative Erscheinungen bei einer schlechten Saatgutprobe immer verstärkt auf.

Der Erhaltungseffekt, der durch das Hg-Beizmittel beim Auflauf des Zuckerrübensaatgutes erzielt wird, ist immer gegeben und je nach der Qualität des Saatgutes verschieden deutlich.

IV. Einfluß der Quecksilberbeizung auf den Rübenkeimling

Die bisher berichteten Versuchsergebnisse zeigen eindeutig die günstige Wirkung des Hg-Trockenbeizmittels auf Keimfähigkeit und Triebkraft von Rübensaatgut und den Gesundheitszustand der jungen Keimlinge.

Über eine direkt fördernde Einwirkung des Beizmittels auf den Keimling wird von Roth (1958, dort auch zusammenfassende Literaturübersicht zum folgenden Kapitel) im Zusammenhang mit Beizversuchen an Gerste berichtet. Eine besonders günstige Wirkung von Quecksilber-Gamma-HCH-Präparaten auf die Rübenkeimlinge beobachteten Wenzl und Krexner (1957).

Im folgenden Abschnitt soll der Frage nachgegangen werden, ob Förderungseffekte durch das Hg-Beizmittel am Rübenkeimling auch dann beobachtet werden können, wenn die Keimung unter günstigen Bedingungen verläuft.

1. Einfluß der Trockenbeizung auf die Lebensdauer des Rübenkeimlings

Wenn, beginnend am 14. Tage nach der Aussaat, von gebeizten und ungebeizten Samenproben in steriler Erde zur Prüfung des Einflusses auf den Wasserhaushalt die Töpfe nur noch in größeren Zeitabständen gegossen werden, so daß vor allem die gedämpfte Erde immer wieder stark austrocknet, dann kann etwa 25 Tage nach Aussaat des Versuches folgende Beobachtung gemacht werden:

Die Keimlinge in der unbehandelten Kontrolle beginnen von den Kotyledonenspitzen her zu vertrocknen und allmählich abzusterben (siehe Abb. 3).

Abb. 3. Einfluß der Hg-Beizung auf die Lebensdauer von Rübenkeimlingen. Von links nach rechts: Saatgut ungebeizt, Saatgut mit Bromlösung desinfiziert und ungebeizt; Saatgut gebeizt, Saatgut mit Bromlösung desinfiziert und gebeizt (29 Tage nach Abschluß der Keimung)

Eine genaue Kontrolle des Hypokotyls und der Wurzel ergab, daß keine Krankheitserreger für diese Erscheinung verantwortlich zu machen sind, da die Wurzeln so lange gesund und frisch waren, bis sie vom Hypokotyl her vertrockneten. Das gleiche Bild zeigt sich auch bei Keimen aus ungebeiztem Saatgut, welches vorher mit einer 1%igen Bromlösung 5 Minuten lang behandelt worden war. Gegen die mögliche Annahme, daß eine Organismenwirkung vorliegt, spricht vor allem auch dieses letzte Versuchsergebnis, welches mit bromdesinfiziertem gebeiztem und ungebeiztem Saatgut erzielt wurde.

Man kann aus dem vorliegenden Befund schließen, daß das verwendete Quecksilbertrockenbeizmittel eine günstige Wirkung auf den Wasserhaushalt des Keimlings ausübt.

Beobachtungen und Angaben von ROTH (1958), nach denen Keimlinge aus gebeiztem Gerstensaatgut eine erhöhte Turgeszenz und einen größeren Durchmesser des Koleoptilenzylinders aufweisen, gaben den Anstoß zu den im nächsten Kapitel geschilderten Versuchen.

2. Ausbildung von Wurzel und Hypokotyl

Da die Keimung in einem Knäuel verschieden schnell erfolgt, kann während der ersten 14 Tage nach der Aussaat — also vor Abschluß der Keimung — keine vergleichende Messung an den Rübenkeimlingen durchgeführt werden. Zu dem Zeitpunkt, an dem alle Nachzügler ausgekeimt haben, bestehen aber keine Längenunterschiede mehr zwischen den gebeizten und den ungebeizten Versuchsgliedern. Hypokotyl- und Wurzellänge des jungen Keimlings können daher für vergleichende Messungen auf keinen Fall herangezogen werden. Die Beobachtungen müssen an anderen Stellen des Keimlings durchgeführt und auf einen späteren Zeitpunkt ausgedehnt werden, wenn die Größenunterschiede der Keimlinge innerhalb eines Versuchsgliedes ausgeglichen sind.

3. Einfluß der Quecksilbertrockenbeizung auf den Hypokotyldurchmesser von Rübenkeimlingen

Die Brauchbarkeit einer Messung des Hypokotyldurchmessers ist bei Rübenkeimlingen nur dann gegeben, wenn

a) Keime mit der gleichen Hypokotyl- und Wurzellänge für die Messung verwendet werden,

b) eine genügend große Anzahl von Keimlingen gemessen wird,

c) die Messung an einer genau definierten Stelle vorgenommen werden kann.

Im vorliegenden Fall wurden die Hypokotyldurchmesser von je 100 Keimen zweier Herkünfte gemessen, die aus zwei Wiederholungen im Hinblick auf gleiche Hypokotyl- und Wurzellänge ausgesucht worden waren. Von Herkunft 2 kam eine weitere Probe zur Aussaat, die vorher mit einer 1%igen Bromlösung oberflächensteril gemacht worden war. Der Versuch wurde in sterilem Sand und in steriler Erde ausgesät.

Die Messung erfolgte unter dem Mikroskop durch Zählen der Teilstriche am Okularmikrometer bei der schwächsten Vergrößerung.

Die in Tabelle 3 aufgeführten Versuchsergebnisse zeigen deutlich einen fördernden Einfluß des Beizmittels auf die Stärke des Keimlings. Auch wenn ein solcher Vorsprung in der Pflanzenstärke bei der Ernte nicht mehr festzustellen ist, so kann er doch für das empfindliche Jugendstadium von Bedeutung sein. Die Messung an Keimen aus bromdesinfiziertem Saatgut, das auch gebeizt und ungebeizt ausgesät worden war, ermöglicht eine zusätzliche Erklärung der übrigen Meßergebnisse. Nach Ausschaltung der Saatgutflora erfolgt ebenfalls eine Erhöhung des Hypokotylquerschnittes durch die Beizung. Somit wird deutlich, daß dieser Effekt nicht durch eine Wirkung über die Mikroflora des Saatgutes zustande kommt.

Tabelle 3

Einfluß der Hg-Beizung auf den Hypokotyldurchmesser von Rübenkeimlingen

Herkunft	Behandlung	Hypokotyldurchmesser in μ Mittelwerte aus je 100 Messungen		
		ungebeizt	gebeizt	Differenz
	In steriler Erde			
1	—	1055	1250	195**
2	—	1020	1315	285**
2	mit Brom behandelt	911	1107	196**
	In sterilem Sand			
1	—	1001	1250	249**
2	—	926	1099	173**
2	mit Brom behandelt	895	1009	114*

*) Ergebnis gut gesichert.

**) Ergebnis sehr gut gesichert.

Die statistische Sicherung der Unterschiede wurde mit dem t-Test durchgeführt, wobei t nach der Formel

$$t = \frac{\bar{x}' - \bar{x}''}{\sqrt{Q_1 - Q_2}} \cdot \sqrt{n(n-1)}$$

errechnet wird.

Die Hypokotyldurchmesser der Keime aus bromdesinfiziertem Saatgut sind in allen Fällen geringer als die aus nicht desinfiziertem Saatgut. Dieser Unterschied kann nur für die ungebeizten Proben im sterilen Sand nicht gesichert werden. Es besteht somit die Möglichkeit, daß durch die Desinfektion mit Brom und anschließende Quecksilberbeizung zwei gegenläufige Einwirkungen auf den Keimling ausgelöst werden.

V. Einfluß einer Saatgutlagerung unter verschiedenen Luftfeuchtigkeitsbedingungen

Die im folgenden Abschnitt dargestellten Versuche sollen zeigen, wie sich Wassergehalt, Keimfähigkeit und Organismenbesatz des Rübensaatgutes während einer Lagerung unter verschiedenen Luftfeuchtigkeitsbedingungen verändern. Insbesondere interessierte in diesem Zusammenhang die Frage, wie sich die Trockenbeizung auf Keimfähigkeit und Organismenbesatz auswirkt. Diese Wechselbeziehungen wurden an der besten Herkunft (Hkft. 1) und an der schlechtesten (Hkft. 4 a) untersucht, um zu klären, ob durch herkunftbedingte Qualitätsmerkmale, wie Keimfähigkeit und Organismenbesatz, die durch die Lagerung hervorgerufenen Veränderungen verschiedenartig verlaufen.

Das Saatgut wurde in Neubauerschalen gelagert, in denen Bechergläser standen mit der für die gewünschte Luftfeuchtigkeit notwendigen Eichflüssigkeit — einer Mischung aus Wasser und konzentrierter Schwefelsäure (WALTER 1931). Diese Methode ist bei ROTH (1958) ausführlich beschrieben. Die beiden Herkünfte wurden gebeizt und ungebeizt bei einer durchschnittlichen Temperatur von 20 bis 22 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 100, 97, 95, 90 und 85 % gelagert. Zum Versuch gehörten zwei Kontrollen:

Kontrolle 1 mit gebeiztem und ungebeiztem Saatgut beider Herkünfte, das in Neubauerschalen trocken, ohne Eichflüssigkeit, gelagert wurde, um etwaige, durch die Methode der Lagerung bedingte Einflüsse erkennen zu können.

Kontrolle 2 mit denselben Samenproben, die unter optimalen Bedingungen auf dem Speicher gelagert wurden.

Dieser Lagerungsversuch wurde in der beschriebenen Weise zweimal hintereinander wiederholt, wobei die Lagerungsdauer jeweils fünf bis sieben Monate betrug. In jede Neubauerschale wurde zum Saatgut rotes und blaues Lackmuspapier gelegt. Die Auswertung der Versuche erfolgte in beiden Fällen erstmalig in der sechsten bis achten Woche nach Versuchsbeginn. Der zweite Auswertungstermin lag im fünften Monat nach Beginn der Lagerung.

1. Untersuchungen nach sechswöchiger Lagerungsdauer

Bei den Untersuchungen nach einer Lagerungszeit von etwa sechs Wochen konnten nur geringfügige Veränderungen am Saatgut festgestellt werden. Im Gegensatz zu den Ergebnissen von ROTH bei Gerste war der Wassergehalt des Rübensaatgutes nur nach Lagerung bei 100 % relativer Luftfeuchtigkeit etwas erhöht. Die anderen Proben zeigten nur uneinheitliche Veränderungen des Wassergehaltes.

Die Keimzählung nach dem KOCHschen Plattenverfahren ließ erkennen, daß sich die Zusammensetzung der Mikroflora in den ungebeizten Proben bei den relativen Luftfeuchten von 100, 97 und 95 % mehr zugunsten der Pilze veränderte. Die Veränderung zu diesem Zeitpunkt war aber noch nicht so stark fortgeschritten, daß makroskopisch die Ausbildung von Pilzrasen hätte festgestellt werden können. Die Zahl der Mikroorganismen war bei den gebeizten Proben in 100, 97 und 95 % relativer Luftfeuchtigkeit am stärksten zugunsten der *Penicillium*- und *Aspergillus*-Arten verschoben. Die Zahl der Bakterien und Aktinomyceten wird bei den gebeizten Proben mit zunehmender Luftfeuchtigkeit mehr vermindert als bei den Kontrollen und den Proben, die bei abnehmender Luftfeuchtigkeit gelagert werden.

Die Keimfähigkeit veränderte sich während der sechswöchigen Lagerung in keinem Fall merklich. Weder die Keimpotenz, ermittelt nach dem Topographischen Tetrazoliumverfahren, noch die Keimfähigkeit im Sandkeimbett, in steriler und nicht steriler Erde zeigen eine deutlich abfallende Tendenz.

Man kann aus diesen Ergebnissen schließen, daß der Rübenknäuel nur sehr langsam Feuchtigkeit aufnimmt, während der eigentliche Same in den

ersten Wochen infolge seiner geschützten Lage im Knäuel durch hohe Luftfeuchtigkeit zunächst kaum beeinträchtigt wird. Bei erhöhter Luftfeuchtigkeit kann eine anfänglich langsame Vermehrung der Organismen auf der Knäueloberfläche stattfinden, ohne daß die Keimfähigkeit bei optimalen Keimbedingungen durch diese herabgesetzt wird.

Vom dritten Monat an wurde eine allmählich verstärkte Pilzentwicklung an der ungebeizten Probe der Herkunft 1, die bei 100 und 97 % relativer Luftfeuchte gelagert war, bemerkbar. Die Knäuel der Probe 4 a ungebeizt wurden unter den gleichen Luftfeuchtigkeitsbedingungen immer dunkler. Eine Myzelentwicklung konnte makroskopisch nicht beobachtet werden. Möglicherweise hängt dies damit zusammen, daß bei der Herkunft 4 a das Verhältnis Pilze : Bakterien für die Bakterien wesentlich günstiger ist als bei der Herkunft 1 (siehe Tab. 1).

Bei allen gebeizten Proben konnte unter relativen Luftfeuchtigkeiten von 100, 97, 95 und 90 % die Ausbildung von deutlichen Pilzrasen, und zwar von *Penicillium*- und *Aspergillus*-Arten beobachtet werden.

Im Verlauf des vierten Monats nach Lagerungsbeginn schlug in einigen Proben das beigelegte Lackmuspapier von rot nach blau in folgender zeitlichen Reihenfolge um: Bei den Proben 4 a ungebeizt 100 % r. D.; 4 a ungebeizt 97 % r. D.; 1 ungebeizt 100 % r. D.; 4 a ungebeizt 95 % r. D.; 1 ungebeizt 97 % relativer Dampfspannung. Beim Öffnen der Schalendeckel konnte ein deutlicher Ammoniakgeruch festgestellt werden, HILTNER (1903) berichtete über Ammoniakbildung bei schlecht gelagerten Erbsensamen. Er machte das gebildete Ammoniak für die Beeinträchtigung der Keimfähigkeit mit verantwortlich. An Hand der durchgeführten Versuche kann nichts darüber ausgesagt werden, ob und in welchem Umfang das phytotoxische Ammoniak oder die Organismen direkt an der Schädigung der Keimfähigkeit beteiligt sind. Es ist weiterhin auch nicht klar, ob nicht allein schon durch verstärkte Atmung des Saatgutes infolge der höheren Luftfeuchtigkeit ein empfindlicher Abfall der Keimfähigkeit ausgelöst wird. Diese Frage kann auch im Hinblick auf die Keimergebnisse aus den gebeizten Proben im positiven Sinn nicht beantwortet werden. Diese zeigen, soweit sie unter hohen Luftfeuchtigkeiten gelagert waren, bei Versuchsabschluß ebenfalls einen starken Abfall der Keimfähigkeit, der aber auch durch einige der vorkommenden *Aspergillus*-Arten verursacht sein kann (TUITE und CHRISTENSEN 1956, 1957).

2. Endauswertung nach einer Lagerungsdauer von fünf Monaten

Bis zur abschließenden Auswertung des Lagerungsversuches, fünf Monate nach Lagerungsbeginn, hatte sich der Wassergehalt des Rübensaatgutes gegenüber dem Ausgangswert zu Beginn des Versuches (Kontrolle 1) sehr stark verändert. In Tabelle 4 wird der Wassergehalt des unter verschiedenen Luftfeuchtigkeitsbedingungen gelagerten Saatgutes dargestellt, ermittelt nach der von EGGEBRECHT (1949) angegebenen Methode.

Tabelle 4

Einfluß verschiedener Luftfeuchten auf den Wassergehalt (in Prozent) von zwei Herkünften bei fünfmonatiger Lagerung von Rübensaatgut

Luftfeuchtigkeit in Prozent	Wassergehalt in Prozent			
	Herkunft 1		Herkunft 4 a	
	gebeizt	ungebeizt	gebeizt	ungebeizt
Kontrolle 1	10,10	10,12	10,10	10,10
Kontrolle 2	10,20	10,20	10,21	10,23
85	11,81	11,89	12,10	12,52
90	14,07	14,20	15,01	15,36
95	16,02	16,42	18,43	19,62
97	18,10	19,50	21,32	21,34
100	20,40	25,10	24,06	26,63

Obwohl der Wassergehalt beider Proben den gleichen Ausgangswert aufwies, war die Wasseraufnahme der beiden Herkünfte bei den einzelnen Luftfeuchtigkeitsbedingungen verschieden hoch. Der Unterschied im Wassergehalt zwischen gebeizten und ungebeizten Saatgutproben ist nach einer Lagerung bei 100 % relativer Luftfeuchtigkeit besonders groß. Bei der Herkunft 1 beträgt er 4,7 %, bei 4 a nur 2,17 %. Geringere Unterschiede im Wassergehalt zwischen gebeizten und ungebeizten Proben bestehen aber auch bereits bei den Luftfeuchten zwischen 97 und 95 %. Ob dieser höhere Wassergehalt bei den ungebeizten Proben mit stärkerer mikrobieller Zersetzung zusammenhängt, kann nur vermutet, aber nicht experimentell nachgewiesen werden.

Die Zahl der Mikroorganismen ist bis zum fünften Monat nach Lagerungsbeginn gegenüber dem Ausgangswert stark angestiegen (Tab. 5). Die Gesamtkeimzahlen der Herkunft 1 zeigen keine regelmäßige Steigerung von den Proben bei niedriger bis zu denen bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit. Die festgestellten Schwankungen gehen vor allem auf die Bakterien zurück, die infolge der stärkeren Konkurrenz durch die Pilze von Anfang an und durch die einseitige Begünstigung der Pilze bei hoher Luftfeuchtigkeit wesentlich in ihrer Entwicklung gehemmt werden. Bei Herkunft 4 a war die Überzahl der Bakterien gegenüber den Pilzen so groß, daß sich die Bakterien auch bei den hohen Luftfeuchten während der Lagerung den Pilzen gegenüber nicht nur eindeutig durchsetzen konnten, sondern deren Vermehrung durch Beeinträchtigung der Myzelbildung behinderten. Eine solche Unterdrückung des Myzelwachstums macht sich bei der Keimzählung nach dem Kochschen Plattenverfahren besonders bemerkbar, weil jedes Myzelstückchen eine Aufwuchskolonie ausbildet. Diese Feststellung über die Pilzentwicklung in Abhängigkeit von der Bakterienzahl wird bestätigt, wenn man die makroskopisch sichtbaren Veränderungen der Samenproben in den Neubauerschalen in Betracht zieht. Darauf wurde schon weiter oben hingewiesen. Der Ent-

wicklungsverlauf der Mikroflora am Saatgut hängt also im wesentlichen vom Bakterien-Pilz-Verhältnis ab, worauf SPICHER (1956) schon hingewiesen hat.

Tabelle 5

Organismenbesatz auf 1 g gebeiztem und ungebeiztem Zuckerrübensaatgut nach fünfmonatiger Lagerung unter verschiedenen Luftfeuchtigkeitsbedingungen in Tausend

Relative Luftfeuchtigkeit in %	Herkunft	Bakterien		Pilze		Aktinomyceten		Gesamtzahl	
		ungebeizt	gebeizt	ungebeizt	gebeizt	ungebeizt	gebeizt	ungebeizt	gebeizt
Kontrolle 1	1	80,3	5,7	3,7	2,8	3,0	1,9	86,5	11,4
	4 a	123,6	11,0	7,6	5,3	2,4	2,0	133,6	18,3
Kontrolle 2	1	53,0	3,9	4,0	0,7	25,0	1,8	82,0	6,4
	4 a	94,6	19,0	4,6	2,8	20,0	12,0	184,6	33,8
85	1	308,0	18,0	20,0	13,5	12,7	4,3	340,7	35,8
	4 a	228,0	2,8	271,0	26,4	132,0	86,0	631,0	115,2
90	1	63,0	6,8	129,3	82,6	76,0	12,4	268,3	101,9
	4 a	314,7	11,6	296,0	53,4	118,4	94,6	729,1	156,6
95	1	50,0	10,0	710,0	485,0	10,7	3,7	770,7	498,7
	4 a	716,0	40,0	480,0	390,0	22,6	10,8	1 218,6	440,8
97	1	100,0	6,0	790,0	225,0	56,0	9,2	946,0	240,2
	4 a	2 210,0	9,0	320,0	180,0	42,0	10,5	2 572,0	199,5
100	1	280,0	26,0	1 170,0	113,3	22,0	4,7	6 073,0	144,0
	4 a	5 970,0	27,0	50,0	38,0	53,0	12,1	1 472,0	77,1

Durch die Beizung wird die Gesamtzahl der Organismen stark herabgesetzt. Diese Verringerung wirkt sich zugunsten der Pilze aus, weil durch die Beizung die Pilze der Gattungen *Penicillium* und *Aspergillus* in ihrer Entwicklung gefördert werden und somit die Gesamtzahl der Pilze nicht so stark herabgesetzt wird wie die der Bakterien.

Bei der Lagerungsluftfeuchtigkeit von 100, 97 und 95 % beschränkt sich die Artenzahl auch bei den ungebeizten Proben in der Hauptsache nur auf *Penicillium* und *Aspergillus*. Erst unterhalb dieser Feuchtigkeitsgrenze setzen sich die in der Kontrolle festgestellten übrigen Arten, im wesentlichen *Phoma betae*, wieder durch.

Die Entwicklung der Aktinomyceten bei der Saatgutlagerung unter erhöhter Luftfeuchtigkeit ist nach den vorliegenden Versuchsergebnissen uneinheitlich und erlaubt keine Rückschlüsse. Ebensowenig ist klar, ob die Trockenbeizung allgemein gegen diese Organismen weniger wirksam ist oder ob — wie bei den Pilzen — nur einzelne Arten geschädigt, andere dagegen gefördert werden.

Wenn nach fünfmonatiger Lagerung die Deckel über den Samen entfernt wurden, ließ sich erkennen, daß sich bei den gebeizten und ungebeizten Proben Pilze in der Samenhöhle an der Peripherie der Samen — also an der Stelle, wo auch der Embryo liegt — angesiedelt hatten. Bei den gebeizten Proben handelt es sich neben verschiedenen *Penicillium*-Arten hauptsächlich um *Aspergillus repens* (Cda.) De Bary und *A. amstelodami* (Mang.) Thom u. Church, die bei längerer Lagerung unter hoher Luftfeuchtigkeit den Embryo auch zerstören können.

Nach Tuite und Christensen (1957) können *Aspergillus amstelodami* und *A. repens* die Keimfähigkeit von Weizen während einer viermonatigen Lagerung bei 25 °C und 80 % relativer Luftfeuchtigkeit auf 50 % gegenüber der nicht infizierten Kontrolle herabsetzen. Noch schädlicher sind unter den gleichen Lagerungsbedingungen *Aspergillus restrictus* und *A. ruber.*

Bei den ungebeizten Proben der Herkunft 1 konnte von der Samenschale der Pilz *Scopulariopsis brevicaulis* (Sacc.) Bainier direkt abgeimpft werden, welcher auch bei der Aufschwemmung der feucht gelagerten Probe am stärksten vertreten war. Bei den ungebeizten Proben der Herkunft 4 a ist dieser Pilz nach einer feuchten Lagerung selten zu finden, während in diesem Falle auch *Aspergillus amstelodami* häufig vorkommt.

Aus diesen Ergebnissen wird deutlich, daß eine Beizung bei einer Lagerung unter erhöhter Luftfeuchtigkeit über längere Zeit hinweg dann keinen anhaltenden Schutz bieten kann, wenn sich unter den das Saatgut besiedelnden Pilzen in größerer Zahl solche *Aspergillus*-Arten befinden, die sich nach einseitiger Begünstigung durch das Beizmittel besonders stark vermehren und danach für den Embryo schädlich werden können. Nach den vorliegenden Versuchsergebnissen scheint die Gefahr der Keimschädigung durch Pilze bei Rüben erst nach längerer Lagerungsdauer gegeben zu sein, und zwar dann, wenn durch längere Einwirkung der Feuchtigkeit der Deckel über den Samen allmählich gelockert wird.

Bei der Prüfung der Keimfähigkeit fünf Monate nach Beginn der Lagerung wird deutlich, daß die Zerstörung des Samens schon sehr weit fortgeschritten ist, wenn dieser bei hoher Luftfeuchtigkeit gelagert war (Tab. 6). Zwar bestehen noch Unterschiede zwischen gebeiztem und ungebeiztem Saatgut; die absoluten Zahlen aus den gebeizten Proben sind aber schon so niedrig, daß diese Keimergebnisse keine praktische Bedeutung mehr haben. Immerhin zeigt sich aber auch, daß das Beizmittel bei beiden Herkünften trotz der Schädigung durch die verschiedenen *Aspergillus*-Arten eine Schutzwirkung aufweist. Auch bei feuchter Lagerung des Saatgutes übt die Hg-Beizung einen positiven Einfluß aus. Bei feuchter Lagerung sind die Schäden durch das Beizmittel geringer als durch die am Saatgut sich vermehrenden Organismen. Aus denselben Gründen halten auch Becker (1958), Frohberger (1958) und Roth (1958) eine Lagerung von gebeiztem Getreide für möglich, solange keine Überbeizung erfolgt ist.

Tabelle 6
Keimfähigkeit von gebeiztem und ungebeiztem Rübensaatgut bei verschiedener Luftfeuchtigkeit

Relative Luftfeuchtigkeit in %	Herkunft	In Filtrierpapierkeimtaschen von 100			
		ungebeizt		gebeizt	
		Knäuel	Keime	Knäuel	Keime
Kontrolle 1	1	97	178	89	159
	4 a	60	103	64	112
Kontrolle 2	1	94	169	80	134
	4 a	58	104	61	98
85	1	36	51	55	78
	4 a	12	15	21	33
90	1	20	31	27	41
	4 a	1	1	3	5
95	1	12	19	24	36
	4 a	0	0	2	3
97	1	8	9	22	31
	4 a	1	1	1	2
100	1	0	0	7	8
	4 a	0	0	0	0

VI. Einfluß verschiedener Mikroorganismenarten auf die Keimung von *Beta*-Rüben

Die Untersuchung der isolierten und rein gezüchteten Organismen auf ihr Vermögen, die Keimpotenz unter den bisher erwähnten Versuchsbedingungen zu schädigen, stößt auf bestimmte methodische Schwierigkeiten. Es ist nämlich erforderlich, den betreffenden Organismus so unter den Deckel zum eigentlichen Samen gelangen zu lassen, daß die Keimung nach Möglichkeit nicht zu schnell einsetzt und daß die Keimpotenz nicht schon durch methodisch bedingte Maßnahmen zu stark geschädigt wird.

1. Bakterien

Die Untersuchungen mit den Bakterien erfolgten im Anschluß an mehrere Vorversuche nach folgender Methode: In die Mitte von Petrischalen wurde ein offener Glaszylinder (Höhe = Höhe der Petrischale — Durchmesser etwa 10 mm) gestellt, anschließend mit gleichen Gewichtsmengen Quarzsand die Petrischale so gefüllt, daß der Glaszylinder leer blieb. Eine drei Tage alte Bakterien-Schrägkultur wurde in 120 ccm Wasser aufgeschwemmt und in vier Wiederholungen so zugegeben, daß in jeder Petrischale überschüssige Quellflüssigkeit vorhanden war. In dieses nasse Sandkeimbett wurden die Knäuel eingedrückt. Nach 36 Stunden konnte die Flüssigkeit mit sterilen Pipetten und Filtrierpapier aus dem zur Entlüftung eingebrachten offenen Glaszylinder abgesaugt werden. Verwendet wurde nicht desinfiziertes Saatgut. Die Schalen wurden während der Quellungszeit (etwa 36 Stunden) bei 26 bis 28 °C aufgestellt, anschließend bei Zimmertemperatur von 19 bis 21 °C.

Wie Tabelle 7 zeigt, können einige Bakterienarten, die vom Saatgut isoliert worden waren, unter den beschriebenen Infektionsbedingungen die

Tabelle 6

nach fünfmonatiger Lagerung bei verschieden hoher Herkunft 1 und 4 a

Knäueln keimen in Sand				Von 100 Knäueln sind keimfähig (Tetrazoliumprobe)			
ungebeizt		gebeizt		ungebeizt		gebeizt	
Knäuel	Keime	Knäuel	Keime	Knäuel	Keime	Knäuel	Keime
89	179	85	158	89	154	82	137
57	96	65	109	67	117	56	78
92	173	82	141	91	170	85	167
61	109	63	100	23	118	60	99
38	45	58	74	39	56	62	78
8	9	18	24	12	15	19	29
17	25	23	34	23	37	24	35
0	0	2	4	2	2	4	5
11	19	20	31	14	23	21	33
0	0	0	0	1	1	3	4
0	0	17	24	7	9	18	27
1	1	1	1	2	2	2	3
0	0	7	10	0	0	8	12
0	0	0	0	0	0	0	0

Keimpotenz herabsetzen. Der Keimfähigkeitsabfall in Kontrolle 2 (ohne Bakterien) — bei welcher das Saatgut mit Leitungswasser gleich stark gegossen wurde wie die Versuchsnummern mit Bakterien — zeigt einen relativ geringen Abfall der Keimfähigkeit gegenüber der Kontrolle 1, welche im optimal feuchten Keimbett angesetzt worden war. Einige andere Arten dagegen können trotz der günstigen Lebensbedingungen für die Bakterien den Embryo nicht angreifen.

Mit einer weiteren Infektionsmethode konnte kein Infektionserfolg mittels Bakterien erzielt werden:

Die Knäuel wurden zwei Stunden lang in die Bakteriensuspension eingelegt, anschließend in sterile Erde und Sand ausgesät. Der Sand bzw. die Erde wurden mit der Bakteriensuspension angegossen. Die Feuchtigkeit des Keimsubstrates und die Temperatur wurden möglichst günstig gehalten.

Es scheint darauf anzukommen, daß das Saatgut in der Bakteriensuspension so lange eingequellt wird, bis genügend Bakterien an den Samen gelangt sind, bevor dieser zu keimen beginnt.

2. Pilze

Das gleiche gilt für die Infektion mit Pilzen. Auch mit ihnen wurde versucht, unter den weiter oben genannten ungünstigen Keimbedingungen festzustellen, welche Arten an der Herabsetzung der Keimfähigkeit beteiligt sein können. Damit sich die Pilze gut entwickeln und zum eigentlichen Samen hinwachsen können, muß die Knäueloberfläche anhaltend feucht sein.

Tabelle 7

Einfluß verschiedener Bakterienarten auf die Keimung von *Beta*-Rüben

Bakterien Stamm Nr.	Von 100 Knäueln keimen						Gesamtzahl	
	in Sand				in Keimtaschen nach weiteren 14 Tagen			
	am 7. Tag		am 14. Tag					
	Knäuel	Keime	Knäuel	Keime	Knäuel	Keime	Knäuel	Keime
Kontrolle 1	69	141	78	151	0	0	78	151
Kontrolle 2	25	33	63	97	4	17	67	114
2	2	2	25	32	6	17	31	49
10	10	12	45	58	7	10	52	68
12	3	5	32	42	1	3	33	45
29	5	5	46	53	0	0	46	53
40	3	7	32	48	4	9	36	57
41	3	3	40	45	5	7	45	52
42	13	15	39	58	0	1	39	59
45	7	8	33	43	4	6	37	49
46	17	20	60	83	7	17	67	100
47	5	5	32	48	0	0	32	48
48	13	18	45	63	4	7	49	72
57	30	36	57	85	0	1	57	86
79	5	5	53	70	6	14	59	84
65	5	5	62	83	0	0	62	83
66	12	13	62	88	5	21	67	109

Mit drei verschiedenen Infektionsmethoden gelang es nicht, die Keimfähigkeit der Rüben herabzusetzen. Nur bei der Infektion mit *Phoma betae* konnte in allen Fällen ein hoher Prozentsatz wurzelkranker, fauler Keime erzielt werden.

Methode 1

Oberflächensteriles Saatgut wurde für zwei Stunden in eine Myzel-Sporensuspension gelegt. Danach wurde die Flüssigkeit abgegossen und das Saatgut in nassem Zustande im Thermostaten bei 10 °C und 90 % relativer Luftfeuchtigkeit gelagert. Bevor eine starke Pilzentwicklung einsetzen konnte, keimt die Mehrzahl der Knäuel schon vom zweiten Tage an.

Methode 2

Oberflächensteriles Saatgut wurde sechs Stunden lang in eine Pilz-Sporensuspension eingequellt, anschließend in sterile Erde gesät. Mit der gleichen Suspension wurde die Erde in der Aussaatebene angegossen. Die Töpfe wurden bei 6 bis 8 °C zur Keimung aufgestellt. Nach sieben Tagen wurde die Temperatur auf 12 °C erhöht. Erst dann keimten alle Proben, jedoch sehr rasch und gleich gut wie die nicht infizierte Kontrolle. Im ersten Versuchsabschnitt bei 6 bis 9 °C waren weder für die Pilze noch für das Saatgut günstige Entwicklungsbedingungen gegeben. Im zweiten Versuchsabschnitt erfolgte die Keimung schneller als eine mögliche Infektion.

Methode 3

Diese Methode lehnt sich an die von FROHBERGER (1956) entwickelte Infektion mit isolierten Bodenpilzen an: Mit einer zwölf Tage alten Pilzkultur auf flüssigem Nährboden

wurde ein steriles Gemisch aus 3 Teilen Torfmull, 5 Teilen fein gemahlenen Rübenknäueln und 2 Teilen Quarzsand infiziert. Dieses infizierte Gemisch wurde nach achttägiger Bebrütung mit Wasser versetzt und den Töpfen mit steriler Erde beigegeben. Die infizierten Töpfe wurden weitere vier Tage im sterilen Impfkasten bebrütet; damit sollte den Pilzen ein Entwicklungsvorsprung gegeben werden. Anschließend wurde ausgesät. Auch mit dieser Methode wurde nur eine Keimlingsinfektion durch *Phoma betae* erzielt.

Mit den drei Methoden konnte aus den erwähnten Gründen nicht geklärt werden, ob oder welche Pilze an der Zerstörung des Embryos unter ungünstigen Keimbedingungen beteiligt sein können. Eine eindeutige Wirkung auf den Rübenkeimling, sowohl unter wie über der Erdoberfläche, konnte nur nach einer Infektion mit *Phoma betae* induziert werden. Die Lage des Embryos im Samen ist somit entscheidend für dessen Empfindlichkeit gegenüber Infektionen mit den verschiedenen Pilzen.

Zusammenfassung

Bei Untersuchungen über die Wirkung einer Hg-Trockenbeizung auf die Keimungsverhältnisse und die samenbegleitende Mikroflora von Zuckerrübensaatgut von sechs verschiedenen Herkünften aus jeweils zwei Anbaujahren konnten eindeutige Zusammenhänge zwischen Höhe der Niederschläge während der Samenreife, Mikroorganismenbesatz am Saatgut und der Keimfähigkeit aufgezeigt werden. Mit höheren Niederschlägen verlaufen erhöhter Mikroorganismenbesatz und verminderte Keimfähigkeit parallel.

Die Keimfähigkeit von ungebeiztem Saatgut fällt unter ungünstigen Keimbedingungen in steriler Erde stärker ab als in nicht sterilem Keimsubstrat. Außerdem ist hierbei der prozentuale Abfall gegenüber ungebeizt bei der schlechteren Herkunft 4 a doppelt so stark wie bei der guten Herkunft 1.

Das verwendete Quecksilber-Trockenbeizmittel hat außer seiner Wirkung auf die samenbegleitende Mikroflora auch einen physiologischen Einfluß auf den Keimling, der sich in einem größeren Durchmesser des Hypokotyls bemerkbar macht. Diese Wirkung wird auch dadurch deutlich, daß nach mehrmaligem Austrocknen des Keimbettes zuerst die Keimlinge aus ungebeizten Knäueln und erst drei bis vier Tage später diejenigen aus gebeizten Knäueln von der Kotyledonenspitze her vertrocknen. Diese Unterschiede zwischen Keimen aus gebeizten und ungebeizten Knäueln sind auch zu beobachten, wenn die Knäuel mit Bromlösung oberflächensteril gemacht wurden. Somit kommt der genannte Effekt nicht über eine Ausschaltung der samenbürtigen Mikroflora zustande.

Die ungünstigen Wirkungen einer Saatgutlagerung unter erhöhter Luftfeuchtigkeit können erst nach etwa viermonatiger Lagerungsdauer eindeutig festgestellt werden. Die Art der Entwicklung der samenbegleitenden Mikroflora hängt auch bei den höheren Lagerungs-Luftfeuchten vom Ausgangsverhältnis Pilze : Bakterien ab.

Die Hg-Beizung kann unter schlechten Lagerungsbedingungen dann keinen Dauerschutz der Keimfähigkeit bieten, wenn unter den saatgutbesiedelnden Organismen *Aspergillus*-Arten vertreten sind, welche durch Hg-Beizung nicht abgetötet werden und als Saatgutzerstörer wirken können. Bei Rückinfektionsversuchen mit den vom Saatgut isolierten Organismenarten konnte nur mit einigen Bakterienstämmen eine Keimschädigung hervorgerufen werden. Durch die verschiedenen Pilze konnte die Keimfähigkeit nicht gestört werden, mit Ausnahme von *Phoma betae,* mit dem allein an Keimlingen ein Infektionserfolg erzielt wurde.

Summary

Influence of mercurial dressing on germination and early development of sugar beet, with particular reference to its selective action on the microflora accompanying the seed

In investigations on the effect of dry Hg dressing on the germination relationships and on the microflora accompanying sugar beet seed of six different origins from two different years respectively, a clear correlation could be observed between the amount of rainfall during seed ripening, the amount of microflora on the seeds and the germination capacity. Increased amount of microflora and reduced germination capacity run parallel to greater amounts of rainfall.

The germination capacity of undressed seed under unfavourable conditions of germination falls more rapidly in sterile soil than in unsterilized germination substrates. Furthermore, the percentage reduction against undressed seed is twice as great for seed of origin 4 a as in the good seed of origin 1.

The dry mercurial dressing used has a physiological influence on germination in addition to its effect on the seed microflora, which is detectable in the greater diameter of the hypocotyl. This effect is also made evident in the fact that after repeated drying of the seed bed the seedlings from undressed seed balls dry up from the tips of the cotyledons downwards; the seedlings from dressed seed start to dry up only three to four days later. These differences between the seedlings from dressed and undressed seed balls are also observable when the surface of the seeds balls is made sterile with bromide solutions. Hence the effect in question is not the result of the exclusion of the microflora naturally present on the seed.

Unfavourable effects of seed storage under conditions of high humidity are clearly detectable only after some four months of storage. The form of development of the seed microflora is also under high storage humidity dependent on the initial ratio of fungi : bacteria. Under unfavourable conditions of storage Hg dressings cannot provide any permanent protection

of the germination capacity if *Aspergillus* species are present among the organisms inhabiting the seed material, since these are not killed by the Hg dressing and can thus destroy the seed. In back infection experiments with the species of organisms isolated from the seed material germination was adversely affected only by a few strains of bacteria. The germination capacity could not be destroyed by the various fungi, with the exception of *Phoma betae* which was the only one with which infection of the seedlings could be successfully effected.

Literaturverzeichnis

Becker, A., 1958: Zur Frage der Lagerung von gebeiztem und feuchtem Getreide. Höfchenbriefe Wiss. **11**, 90—102.

Ebner, L., 1959: Einfluß der Quecksilberbeizung auf Keimung und Jugendwachstum der Zuckerrübe unter besonderer Berücksichtigung ihrer selektiven Wirkung auf die samenbegleitende Mikroflora. Diss. Hohenheim.

Eggebrecht, H., 1949: Methodenbuch V: Die Untersuchung von Saatgut. Radebeul u. Berlin (Neumann-Verlag).

Frohberger, P. H., 1956: Untersuchungen über die Wirkung von Chinonoximbenzoylhydrazon gegen Keimlingskrankheiten verschiedener Kulturpflanzen. Höfchenbr. Wiss. **9**, 253—279 und Phytopath. Z. **27**, 427—455.

— —, 1958: Untersuchungen zur Frage der Lagerfähigkeit des Getreides in Abhängigkeit von der Beizung und von seinem Wassergehalt. Höfchenbr. Wiss. **11**, 103—114.

Janke, A., 1946: Arbeitsmethoden der Mikrobiologie I. Dresden und Leipzig (Theodor Steinkopf Verl.).

Koch, F., 1953: Beitrag zur Frage der Beizung des Rübensaatgutes gegen die Blattfleckenkrankheit (*Cercospora beticola* Sacc.). Z. Pflkrankh. **60**, 337—348.

Lakon, G., 1916: Über einen bemerkenswerten Fall von Beeinflussung der Keimung von Getreide durch Pilzbefall. Naturw. Z. Forst- u. Landw. **14**, 421.

— —, und H. Bulat, 1958: Die Feststellung der Keimfähigkeit der Rübensamen (*Beta vulgaris*) nach dem topographischen Tetrazoliumverfahren. Saatgutwirtschaft **10**, 339—340.

Plotho, O. von, 1956: Die Pilzflora der Rübenknäule. Zucker **6**, 291—297.

Roth, G., 1958: Einfluß der Quecksilberbeizung auf Keimung und Jugendwachstum der Gerste, unter besonderer Berücksichtigung ihrer selektiven Wirkung auf die samenbegleitende Mikroflora. Diss. Hohenheim und Phytopath. Z. **34**, 137—168.

Spicher, G., 1956: Vergleichende Untersuchungen über die Mikroflora des Getreides. Zbl. Bakt. II, **109**, 589—610.

— —, 1958: Neuere Untersuchungen über die Mikroflora des Getreides. Getreide und Mehl **8**, 57—63.

Stehlick, V., und F. Neuwirth, 1928/29: Ökologie der aufgehenden Zuckerrübe mit besonderer Berücksichtigung ihrer Krankheiten. Z. Zuckerind. csl. Repub. **53**, 429—453.

Stoklasa, F., 1906: Wurzelbrand der Zuckerrübe. Bl. Zuckerrüb. **13**, 194.

Störmer, F., und K. Eichinger, 1910: Die Ursachen und die Bekämpfung des Wurzelbrandes. Fühlings landw. Ztg. **59**, 393.

Tuite, J. F., and C. M. Christensen, 1957: Grain storage studies XXIII. Time of invasion of wheat seed by various species of *Aspergillus* responsible for deterioration of stored grain, and source of inoculum of these fungi. Phytopathology **47**, 265—268.

— —, and — —, 1957: Grain storage studies XXIV. Moisture content of wheat seed in relation to invasion of the seed by species of the *Aspergillus glaucus* group, and effect of invasion upon germination of the seed. Phytopathology **47**, 323—327.

Walter, H., 1931: Die Hydratur der Pflanze und ihre physiologisch-ökologische Bedeutung. Jena (Verl. Gustav Fischer).

Weber, E., 1957: Grundriß der biologischen Statistik. Jena (Verl. Gustav Fischer).

Wenzl, H., 1941: Zur Methodik des Rübenbeizversuches gegen Wurzelbrand. Arb. Biol. Abt. Reichsanst. Berl. **23**, 273—278.

— —, 1956: Die Bekämpfung der Blattfleckenkrankheit der Rübe. Tätigk.Ber. Bundesanstalt Pfl.Schutz Wien 1951—1955, 176—211.

— —, und R. Krexner, 1957: Untersuchungen über die Wirkung der Saatgutbeizung bei Rübe. Pfl.Sch.Ber. Wien **18**, 119—170.

Aus dem Laboratorium für Pflanzenphysiologie der Escuela de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile, Santiago

Anatomische Beobachtungen an *Phrygilanthus tetrandrus* (Ruiz et Pav.) Eichl., einer semiparasitischen Loranthacee[1])

Von

J. Kummerow und V. Matte

Mit 9 Abbildungen

Die Anatomie der Loranthaceen ist seit langem Gegenstand eingehender Untersuchungen (vgl. Literaturübersicht bei Engler und Krause 1935), und besonderes Interesse gilt bis in die jüngste Zeit den Beziehungen zwischen Wirt und Parasit (Schmucker 1959). In Zentralchile wird vor allem *Populus nigra* var. *italica* von *Phrygilanthus tetrandrus* befallen und leidet nicht selten beträchtlichen Schaden, der sich in der Zündholzindustrie bemerkbar macht. Da die Mehrzahl der bisher publizierten Arbeiten sich auf *Viscum album* und seine Wirtspflanzen bezieht, schien es uns angebracht, diese Untersuchungen auch auf *Phrygilanthus tetrandrus* auszudehnen, von welchem in bezug auf anatomische Einzelheiten u. W. nur die ausführliche Arbeit Reiches (1906) vorliegt. Unser besonderes Interesse galt dabei dem Problem der Kontaktaufnahme zwischen Haustorialzellen der Wirtsrinde und dem Wirtsxylem. Das Vorhandensein großer, zuweilen mehrere Jahre alter Haustorialkomplexe, sog. Senker, im Wirtsholz ist lange bekannt. Wenig wissen wir jedoch über die Primordien dieser Senker. Die im folgenden mitgeteilten Beobachtungen sind von uns vor allem auch als eine Ergänzung zu den Arbeiten Thodays (1957, 1958 a, 1958 b) gedacht, in welchen die Beziehungen mehrerer semiparasitischer Loranthaceen zu ihren Wirtspflanzen behandelt werden, ohne daß auf die von uns beschriebenen Einzelheiten eingegangen wird.

Material und Methode

Mit *Phrygilanthus tetrandrus* befallene Zweige einer Pappel (*Populus nigra* var. *italica*) wurden abgesägt und unmittelbar danach in „Bellings modified Navashin fluid" (Johansen 1940) fixiert. Dieser Prozeß wurde

[1]) Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die gewährte Unterstützung.

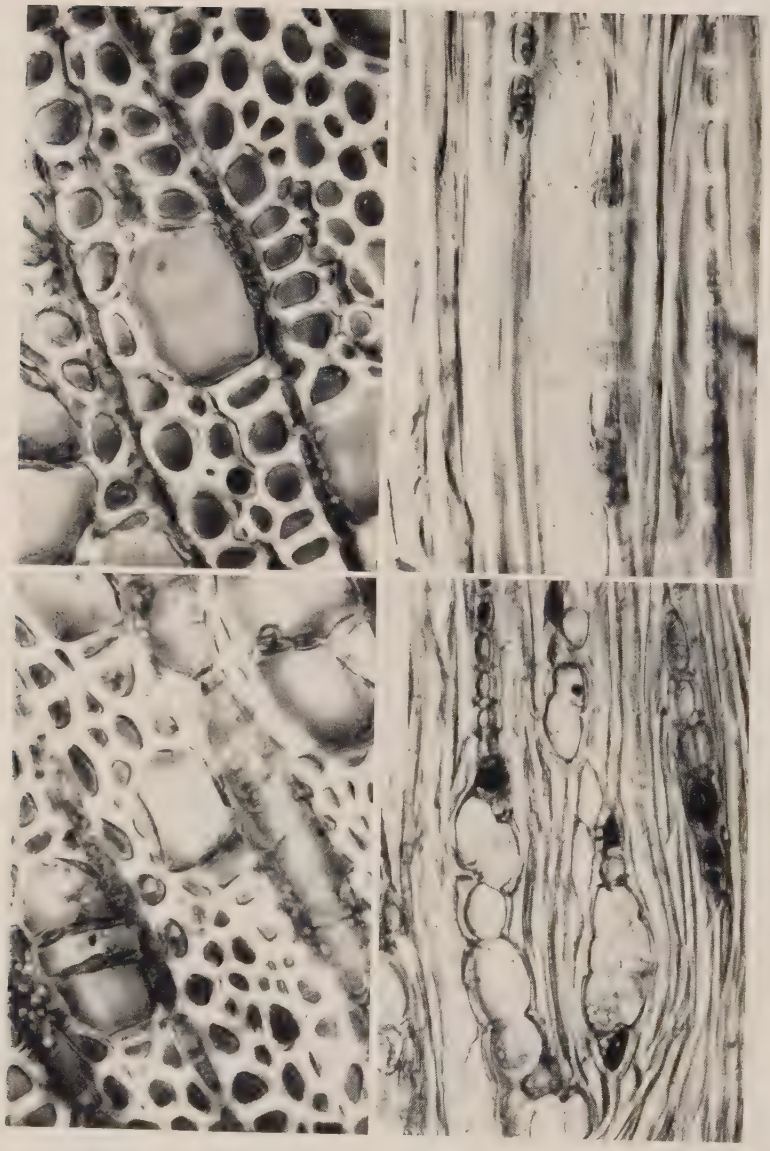


Abb. 1 (oben links). Querschnitt durch das Xylem eines gesunden Pappelzweiges. Vergr. 1 : 360

Abb. 2 (oben rechts). Tangentialer Längsschnitt durch das Xylem eines gesunden Pappelzweiges. Vergr. 1 : 315

Abb. 3 (unten links). Querschnitt durch das Xylem eines mit *Phr. tetrandrus* infizierten Pappelzweiges. Vergr. 1 : 450

Abb. 4 (unten rechts). Tangentialer Längsschnitt durch das Xylem eines mit *Phr. tetrandrus* befallenen Pappelzweiges. Vergr. 1 : 315

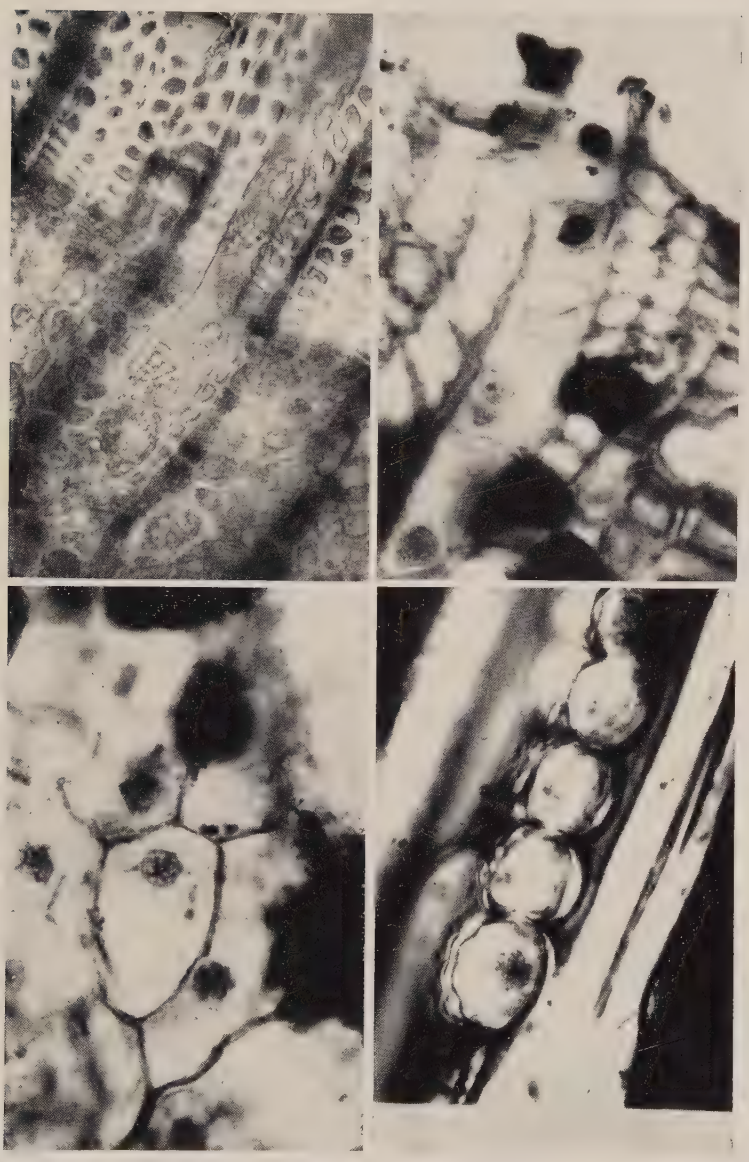


Abb. 5 (oben links). Querschnitt durch die Kambiumzone eines mit *Phr. tetrandrus* befallenen Pappelzweiges. Eine Haustorialzelle in der Bildmitte durchbricht das Kambium. Vergr. 1 : 270

Abb. 6 (oben rechts). Querschnitt durch die Rinde eines mit *Phr. tetrandrus* befallenen Pappelzweiges. In der Bildmitte und links unten zwei deutlich erkennbare Zellkerne in Haustorialzellen. Vergr. 1 : 540

Abb. 7 (unten links). Querschnitt durch die Rinde eines mit *Phr. tetrandrus* befallenen Pappelzweiges. Die mit großen Kernen versehenen Zellen gehören zu einem Rindensaugstrang des Parasiten. Vergr. 1 : 540

Abb. 8 (unten rechts). Tangentialer Längsschnitt durch einen mit *Phr. tetrandrus* befallenen Pappelzweig. Durchschnittene Haustorialzellen, die an der Seite, an welcher sie sich einem Gefäße anlegen, eine deutliche Wellung der Zellwand zeigen. Vergr. 1 : 513

anschließend (etwa eine halbe Stunde später) im Vakuum vervollständigt. Die Schnitte fertigten wir ausschließlich von Hand mit dem Rasiermesser an. Die Kernfärbung erfolgte mit Eisenhämatoxylin und Safranin nach JOHANSEN (1940). Für die Mikroaufnahmen benutzten wir das Zeiss-W-Stativ mit dem zugehörigen Kameraaufsatz.

Diskussion der Resultate

Abbildung 1 gibt den Querschnitt durch gesundes Pappelholz wieder. Wir weisen auf die deutlich erkennbaren Markstrahlzellen hin, die im tangentialen Längsschnitt (Abb. 2) quer getroffen und in ihrer für *Populus* charakteristischen Form erkennbar sind. In Abbildung 3 wird ein Querschnitt durch einen mit dem „Quintral" *(Phrygilanthus tetrandrus)* infizierten Pappelzweig gezeigt. Hier fallen sofort die plasmareichen und weitlumigen Zellen auf, die sich parallel zu den Markstrahlen durch den Holzkörper ziehen. Der tangentiale Längsschnitt durch die gleiche Zone (Abb. 4) beweist klar, daß diese Zellen in einer den Markstrahlen sehr ähnlichen Weise angeordnet sind. An einigen Stellen scheinen Markstrahlzellen regelrecht beiseite gedrückt zu sein.

Die gezeigten Abbildungen beweisen noch nicht, daß die in Frage stehenden Zellen dem Parasiten zugehörig sind. Eine starke Stütze findet diese Ansicht jedoch durch den in Abbildung 5 dargestellten Querschnitt durch die Kambiumzone eines befallenen Pappelzweiges. Unschwer erkennt man in der Bildmitte die große, plasmareiche Zelle, welche das Kambium durchdringt, ohne daß in ihr eine Querwand auf der Höhe des Kambiums zu sehen ist. Damit wird recht unwahrscheinlich, daß diese Zelle ein Produkt der Teilungstätigkeit des Kambiums ist, und es kann sich eigentlich nur um eine *Phrygilanthus* - Zelle handeln.

Abb. 9. Tangentialer Längsschnitt durch einen mit *Phr. tetrandrus* befallenen Pappelzweig. In einer durchschnittenen Haustorialzelle ist der ovoide Zellkern mit den zwei Nukleoli erkennbar. Vergr. 1 : 774

Um ganz sicher zu gehen, färbten wir die Kerne an und konnten damit zeigen, daß in der Tat die Parasitenzellen durch ihre ungewöhnlich großen Kerne (Abb. 6 und 7) kenntlich sind, während es nur in wenigen Fällen gelang, die viel kleineren Ruhekerne des Wirtes sichtbar zu machen.

Auf ein weiteres Phänomen sei hier hingewiesen. Im tangentialen Längsschnitt

durch das Wirtsxylem fiel wiederholt eine charakteristische Wellung derjenigen Haustorialzellwände auf, die sich, ohne selber eindeutige Tüpfelung zu zeigen, den Gefäßen des Pappelholzes anschmiegten. Lagen diese Zellen Holzfasern an, so konnten wir die entsprechende Wellung nicht auffinden. Gleichzeitig fällt in Abbildung 8 erneut ein ungewöhnlich großer Zellkern auf. Ob diese Wellung im Zusammenhang mit der absorbierenden Funktion der Haustorialzellen steht, muß Gegenstand weiterer Untersuchungen bleiben.

Neben den in überwiegender Mehrzahl vorhandenen kugeligen Kernen finden sich hin und wieder Kerne von länglicher bis zu zitronenkern-förmiger Gestalt, in denen bis zu drei Nukleoli sichtbar sind (Abb. 9).

Zusammenfassung

1. An Quer- und Längsschnitten durch das von *Phrygilanthus tetrandrus* befallene Xylem und Phloem von *Populus nigra* var. *italica* wird gezeigt, daß die Parasitenzellen ungewöhnlich große Zellkerne besitzen, die deren Diagnose wesentlich erleichtern.

2. Haustorialzellen durchdringen die Kambialzone des Wirtes im Bereiche der Markstrahlen und folgen diesen in ihrem Verlaufe ins Innere des Xylems. Es dürften dies die Primordien der wiederholt beschriebenen gewebereichen „Senker" im Wirtsholz sein.

3. Dort, wo sich die Haustorialzellen einem Wirtsgefäß anlegen, fällt eine deutliche Wellung ihrer Zellwand auf.

4. Neben den in großer Mehrzahl vorkommenden kugeligen Zellkernen finden sich in den Haustorialzellen auch solche von ovoider bis zitronenkernförmiger Gestalt.

Resumen

1. En cortes longitudinales y transversales por xilema y floema de *Populus nigra* var. *italica* atacado por *Phrygilanthus tetrandrus* se observó que las células del parásito tienen núcleos grandes, de un tamaño poco común; facilitándose así mucho el diagnóstico de ellas.

2. Las células haustoriales atraviesan la zona cambial del huesped en demanda de los radios y siguen a éstos en su curso hacia el interior del xilema.

3. Allí, donde una célula haustorial se pone en contacto con un vaso del huésped, ocurre una notoria ondulación de la pared celular de ésta.

4. Ademas de existir en la mayoría de los casos células haustoriales con nucleos redondos, se encuentran otras con núcleos de forma ovoide.

Literaturverzeichnis

Engler, A., und K. Krause, 1935: *Loranthaceae,* in A. Engler und K. Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien. 2. Aufl. Engelmann, Leipzig.

Johansen, D. A., 1940: Plant Microtechnique. McGraw-Hill, New York.

Reiche, K., 1907: Bau und Leben der hemiparasitischen *Phrygilanthus*-Arten Chiles. Flora **97**, 375—401.

Schmucker, Th., 1959: Höhere Parasiten, in Handbuch der Pflanzenphysiologie, Bd. XI, Heterotrophie. Springer, Berlin.

Thoday, D., 1957: Modes of union and interaction between parasite and host in the *Loranthaceae*. II. *Phoradendreae*. Proc. Roy. Soc. (Lond.), Ser. B. **146**, 320—338.

— —, 1958 a: Modes of union and interaction between parasite and host in the *Loranthaceae*. III. Further observations on Viscum and Korthalsella. l. c. **148**, 188—206.

— —, 1958 b: Modes of union and interaction between parasite and host in the *Loranthaceae*. IV. *Viscum obscurum* on *Euphorbia polygona*. l. c. **149**, 42—57.

Aus der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Zürich

Direktor: Prof. Dr. A. Kurth

Cronartium asclepiadeum (Willdenow) Fries auf *Pinus montana* Mill.

Von

G. Bazzigher

Mit einer Abbildung

Cronartium asclepiadeum ist bekannt als Erreger des Rindenblasenrostes unserer Föhre (*Pinus silvestris* L.). Gelegentlich befällt der Pilz auch *Pinus Pinaster* Sol., während Angaben über weitere *Pinus*-Arten als Wirte bis heute fehlen. Der Wirtskreis des Haplonten ist sehr eng, verglichen mit der auffallenden Vielfalt der Wirtspflanzen, welche der Pilz in der Dikaryophase zu befallen vermag. Im Versuchsgarten unseres Instituts fanden wir Ende Mai 1960 eine blasenrostbefallene Bergföhre (*Pinus montana* Mill.) (Abbildung). Nach unseren Messungen sind die Aezidiosporen auf diesem Wirt gleich groß wie diejenigen von *Cronartium asclepiadeum* (Willdenow) Fries auf *Pinus silvestris*. Wir vermuteten deshalb, daß es sich um diesen Rostpilz handle. Um dies zu klären, wurden Infektionsversuche an einigen für *Cronartium asclepiadeum* bekannten Zwischenwirten durchgeführt. Die Auswahl der für diese Versuche geeigneten Pflanzen richtete sich nach der in Gäumann (1959) aufgeführten Liste der Dikaryophyten-Wirte. Sie wurde so getroffen, daß dieser Infektionsversuch auch Aufschluß über die biologische Form dieses Rostpilzes geben könnte. Die f. sp. *typica* befällt sämtliche Zwischenwirte mit Ausnahme von *Gentiana asclepiadea* L., welche Hauptwirt für die f. sp. *gentianea* ist. *Paeonia*-Arten werden von beiden Formen befallen (Sammelwirt). — Mit einem feinen Pinsel wurden Aezidiosporen auf die angefeuchteten Blätter der Versuchspflanzen verteilt (1. Juni 1960). Die Pflanzen wurden hernach in einer Nebelkammer im Gewächshaus unter optimalen Feuchtigkeitsbedingungen inkubiert. Nach drei Wochen hatten sich bei *Tropaeolum majus* L. reichlich Uredosporen gebildet. An den Blättern waren bedeutende nekrotische Schädigungen festzustellen. In der fünften Woche starben diese Blätter ab, noch bevor die Teleutosporenbildung einsetzte. Etwas anders verlief die Erkrankung an *Paeonia officinalis* L., welche unter den

gleichen Versuchsbedingungen infiziert und inkubiert worden war. Erst nach vier Wochen waren an dieser Pflanze die ersten Uredolager sichtbar, und zwar bedeutend spärlicher als bei *Tropaeolum*. Darauf folgte sehr rasch die Ausbildung von auffallend viel Teleutoranken. Nekrosebildungen konnten an den

Aezidienlager von *Cronartium asclepiadeum* (Willdenow) Fries an *Pinus montana* Mill. 1/6 nat. Gr.

Blättern dieser Wirtspflanze kaum beobachtet werden. An *Gentiana asclepiadea* L. hafteten die Infektionen nicht. Es handelt sich demnach um die bei uns verbreitete f. sp. *typica*. Damit wäre erwiesen, daß der Föhrenblasenrost auch auf *Pinus montana* vorkommt.

Literaturverzeichnis

Gäumann, E., 1959: Die Rostpilze Mitteleuropas. Verl. Büchler & Co., Bern, 1407 S.

Aus dem Institut für spezielle Botanik
der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich
Direktor: Prof. Dr. E. Gäumann

Beitrag zur Kenntnis der weidenbewohnenden *Venturiaceae*

Von

J. Nüesch

Mit 12 Abbildungen

Inhalt: Einleitung. — A. Allgemeine Betrachtungen. — B. Materialien und Methoden. 1. Nährmedien; 2. Isolation der Pilze; 3. Fruchtkörperbildung in den Reinkulturen; 4. Temperaturversuche; 5. Infektionsversuche; 6. Mikromessungen und statistische Auswertungen. 7. Färbungen für morphologische und zytologische Untersuchungen. — C. Ergebnisse. 1. Morphologische Untersuchungen; 2. Physiologische Untersuchungen; 3. Infektionsversuche. — D. Systematik. 1. Gemeinsame Merkmale der untersuchten Arten; 2. Formenkreis der *Venturia chlorospora*. 3. Formenkreis der *Venturia saliciperda*; 4. Formenkreis der *Venturia subcutanea*; 5. Formenkreis des *Epipolaeum longisetosum*; Auszuschließende Arten. — Zusammenfassung. — Summary. — Literaturverzeichnis.

EINLEITUNG

Die Familie der *Venturiaceae* wurde von Müller und von Arx (1950) aufgestellt und ihr einige Gattungen, vorwiegend parasitärer Ascomyceten, mit zweizelligen, bräunlich, gelblich oder grünlich gefärbten Ascosporen zugeteilt. Über die meisten hier einzuordnenden Formen liegen bisher wenig Untersuchungen vor. Nur die wirtschaftlich wichtigen Schorferreger, *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter, *Venturia pirina* Aderh. und *Venturia cerasi* Aderh., sind biologisch näher untersucht, während die übrigen Formen bisher lediglich morphologisch beschrieben wurden.

In der vorliegenden Arbeit werden die Pilze aus der Verwandtschaft von *Venturia* de Not., welche auf *Salix*-Arten parasitieren, einer systematischen Untersuchung unterzogen.

Für die Unterstützung dieser Arbeit danke ich Herrn Prof. Dr. E. Gäumann, Leiter des Institutes für spezielle Botanik der ETH, und Herrn Dr.

E. MÜLLER, Konservator der Herbarien der ETH, herzlich. Dank der Hilfe von Herrn Dr. H. HESS konnte ich mich in die Weidensystematik einarbeiten und die Wirtspflanzen in den meisten Fällen eindeutig bestimmen. Mein Dank gilt auch den übrigen Mitarbeitern des Institutes.

A. ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN

Auf überwinterten, toten Blättern von Weidenarten findet man regelmäßig Ascomyceten der Gattung *Venturia* de Not., die meist als *Venturia chlorospora* (Ces.) Karst. bestimmt wurden. ADERHOLD (1897) stellte den als *Fusicladium ramulosum* Rostr. beschriebenen Konidienpilz als Nebenfruchtform in den Entwicklungskreis dieser *Venturia*. Es ist auffallend, daß die in der Folge als *Fusicladium saliciperdum* (All. et Tub.) Tub. (v. TUBEUF 1902) und später *Pollaccia saliciperda* (All. et Tub.) v. Arx (VON ARX 1957) bezeichnete Konidienform vor allem Kultur- und Zierweiden befällt (z. B. SCHWARZ 1922, PAPE 1925, JANSEN 1927), während die ihr zugeschriebene Hauptfruchtform, *Venturia chlorospora*, vorwiegend auf einheimischen Weiden gefunden wird. Diese Beobachtung ließ an der Zusammengehörigkeit der Pilze zweifeln. Mehrere unternommene Versuche mit Reinkulturen führten nie eindeutig zur Klärung dieses Problems (KOCHMANN 1929, CLINTON und MCCORMICK 1929, ANONYM 1931, VON ARX 1957).

Neben *Venturia chlorospora* sind noch weitere weidenbewohnende *Venturia*-Arten beschrieben worden, so von VOLKART (1912) die *Venturia longisetosa* und von DEARNESS (1917) die *Venturia subcutanea*. Diese Pilze wurden jedoch nicht näher untersucht.

Das Ziel dieser Arbeit ist deshalb:

1. Die Zusammenhänge zwischen der *Pollaccia saliciperda* und *Venturia chlorospora* näher zu untersuchen.
2. Vergleichende morphologische, physiologische und biologische Untersuchungen der *Venturia*-Formen verschiedener Arten der Gattung *Salix* L. anzustellen.

Es war mein Anliegen, ein möglichst umfassendes Pilzmaterial zu sammeln und die Weidenarten an verschiedenen Standorten während der ganzen Vegetationsperiode zu beobachten. Alle gesammelten Pilzformen wurden morphologisch untersucht und viele auch isoliert. Die gleichzeitig gesammelten Wirtspflanzenproben dienten der sicheren Bestimmung und der Heranzucht von Versuchspflanzen.

B. MATERIALIEN UND METHODEN

Die vorliegenden Untersuchungen wurden mit den unten beschriebenen Materialien und Methoden durchgeführt. Abweichungen gelangen jeweils beim entsprechenden Versuch zur Darstellung.

1. Nährmedien

a) Malzagar

2 % Malzextrakt, 2 % Agar-Agar, Leitungswasser. Autoklaviert bei 120 °C, 1 atü, 30 min.

b) Terramycin-Malzagar

Malzagar + 0,01 ‰ Terramycin in Aceton gelöst, nach dem Autoklavieren dem etwa 50 °C warmen Malzagar beimischen.

c) Hafermehlagar

20 g Hafermehl, 1 l Leitungswasser. 20 min kochen, durch Käseleinen filtrieren, Filtrat wieder auf 1 l auffüllen, 18 g Agar-Agar beifügen, autoklavieren.

d) Blattextraktagar (Keitt und Langford 1941, Menon 1956)

25 g tote, luftgetrocknete Weidenblätter während 30 min in 0,5 l Leitungswasser kochen, Absud filtrieren, auf 1 l auffüllen, 0,5 % Malzextrakt + 2,5 % Agar-Agar beifügen, autoklavieren.

e) Kalt sterilisierte Weidenblätter (Hansen und Snyder 1947)

Frische, grüne Weidenblätter in einem Glaszylinder mit 1 Volumen-‰ Propylenoxyd während 12 Stunden bei 27 °C sterilisieren. Anschließend die Blätter im Impfkasten in sterile, 5 ml Aqua dest. enthaltende Reagenzröhrchen bringen.

f) Hefeextraktnährlösungen

I. 0,5 % Hefeextrakt, 0,5 % Malzextrakt, 1 l Aqua dest. (Schmidt 1936). II. Mineralsalzlösungen nach Heller (1954), Makroheller + Mikroheller, 1,5 % Dextropur, 0,5 % Hefeextrakt, mit Leitungswasser auf 1 l gebracht und autoklaviert.

2. Isolation der Pilze

a) Hauptfruchtformen

Blattstücke mit reifen Fruchtkörpern wurden ungefähr 20 min in Wasser gelegt, hierauf mit Vaseline innen am Wattestopfen steriler, eine Schicht Malzagar enthaltender 100-ml-Erlenmeyerkölbchen befestigt. Durch die nach unten gerichteten Fruchtkörpermündungen gelangten die aktiv ausgeschleuderten Ascosporen auf die Nährböden, wo sie keimten und nach 10 bis 14 Tagen makroskopisch als kleine, dunkelgraue Myzelhäufchen sichtbar wurden. Diese Ausgangskulturen und davon übertragene Tochterkolonien dienten als Grundlagen der Kulturversuche (Loeffler 1957).

b) Nebenfruchtformen

Mit einer sterilen Nadel wurden unter der Lupe Konidien von den Konidienräschen der erkrankten, grünen Blätter abgestreift und auf einem sterilen Objektträger in einem Tropfen destilliertem Wasser suspendiert. Unter dem Mikroskop wurde eine Stelle mit wenigen, gut ausgereiften Konidien ausgesucht. Diese wurden mit einer zur Kapillare ausgezogenen Pipette angesogen und auf eine etwa 1 mm dicke Malzagarschicht in einer Petrischale gespritzt. Dieses Vorgehen ermöglichte eine gute Verteilung der Konidien, welche auf dem Malzagar auskeimten und dank der dünnen Nährschicht durch die geschlossene Glasschale unter dem Mikroskop beobachtet werden konnten. Je nach den Bedürfnissen ist es so möglich, einzelne oder mehrere ausgekeimte Konidien auf Malzagarkölbchen zu übertragen. Bakterienkontaminationen ließen sich durch eine Passage über Terramycin-Agar ausscheiden (Scheinpflug 1958).

3. Fruchtkörperbildung in den Reinkulturen

Aus den in Malzagarkölbchen angezogenen Reinkulturen wurden nach dem Erreichen eines guten Wachstums Myzelwürfel ausgestochen und auf Filterscheiben in eine Feuchtkammer gebracht. Mit Hilfe eines automatisch regulierten Defensors konnte die notwendig hohe, relative Luftfeuchtigkeit von 80 bis 100 % gehalten werden. Wesentlich ist ein ständiger Wassernebel in der Feuchtkammer. Die Temperatur muß dem Wachstumsoptimum der zu untersuchenden Kultur entsprechen. Bei dieser Anordnung lassen sich reife Fruchtkörper nach zwei bis vier Wochen erzielen.

4. Temperaturversuche

Die Temperaturabhängigkeit des Wachstums der Pilze wurde mittels des Myzeltrockengewichtes bestimmt. Die Anzucht der Kulturen erfolgte in Malzagar-Petrischalen. Von diesen wurden mit Hilfe eines Korkbohrers gleich große Myzelstücke ausgestochen und in 100-ml-Erlenmeyerkölbchen mit 30 ml Hefeextraktnährlösung II gebracht. Die zu prüfenden Pilze wurden in je fünf Parallelen den entsprechenden Versuchstemperaturen ausgesetzt. Die Auswertung erfolgte, nachdem sich das Myzel im optimalen Temperaturbereich kräftig entwickelt hatte, nach STOLL (1954).

5. Infektionsversuche

a) Infektionsmaterial

Als Infektionsmaterial dienten Konidien, Ascosporen sowie Myzel. Die Konidien wurden entweder von deren Trägern auf erkrankten Blättern mit einer Präpariernadel abgestreift und in Wasser suspendiert oder von sporulierenden Reinkulturen direkt in Wasser aufgeschwemmt. Für die Gewinnung der Ascosporen wurden Fruchtkörper aus Blättern und Reinkulturen unter der Lupe herauspräpariert, in einem Mörser zerquetscht, in Wasser suspendiert und durch einen Wattefilter von den Substrat- und Fruchtkörperresten gereinigt. Die Sporendichte wurde anschließend unter dem Mikroskop kontrolliert und für dieselbe Versuchsreihe möglichst gleich eingestellt. Das gesamte Sporenmaterial mußte vorerst auf Keimfähigkeit geprüft werden. Das Myzel-Infektionsmaterial gelangte in Hefeextraktnährlösung I oder II oder auf Malzagar zur Anzucht. Die Nährlösung gut gewachsener Kulturen wurde dekantiert und das Myzel in Wasser suspendiert.

Das Auftragen des Infektionsmaterials auf die Pflanzen erfolgte für Ascosporen und Konidien mit einem mit Gummiballon versehenen Sprühapparat. Das Myzel dagegen wurde mit einem Pinsel auf die Blätter gestrichen oder Malzagarklötzchen mit der Myzelschicht auf die Blätter gelegt. Myzelinfektionen erfolgten nur in Gewächshauskabinen.

b) Gewächshausinfektionen

Die eingetopften, aus Stecklingen gezogenen Weiden kamen in schattierte Glaskabinen mit regulierbarer Luftfeuchtigkeit und Temperatur. Nach dem Auftragen des Infektionsmaterials wurde die Luftfeuchtigkeit während etwa

fünf Stunden niedrig gehalten, damit dieses antrocknen konnte (ADERHOLD 1897, SCHMIDT 1936, SCHWEIZER 1958 a). Hierauf wurden die Pflanzen während sieben Tagen in einem ständigen Wassernebel gehalten und anschließend bis zur manifesten Erkrankung in Intervallen von ungefähr acht Stunden mit dem Defensor besprüht. Die Kabinentemperatur schwankte während der Versuche zwischen 18 und 22 °C.

c) Freilandinfektionen

Die in Quadratverbänden von je 10 bis 15 Stecklingen auf 400 cm^2 angezogenen Weiden wurden für die Infektionen durch mit Schattierfarbe bestrichene Plastiksäcke abgeschirmt. Um eine hohe Luftfeuchtigkeit zu erzielen, müssen die Säcke gut in der Erde verankert sein. Zur Infektion werden sie oben so geöffnet, daß die Mündung des Sprühapparates die Öffnung ausfüllt. So ist es möglich, die Sporensuspension über die Pflanzen zu verteilen und gleichzeitig eine hohe Luftfeuchtigkeit herzustellen, ohne die Nachbarpflanzen zu infizieren. Nach dem Besprühen wurde die Öffnung sofort geschlossen. Die Pflanzen blieben drei Tage in der Isolierung. Meistens genügte die durch das Besprühen erzielte Luftfeuchtigkeit, um die Blätter dauernd benetzt zu halten. Ergab sich die Notwendigkeit zusätzlicher Befeuchtung, so wurde mit Hilfe eines Zerstäubers von unten her Wasser im Raum verteilt.

d) Befallskontrolle

Alle infizierten Pflanzen wurden vom 10. Tage nach der Infektion täglich auf Symptome untersucht. Diese zeigten sich zuerst als punktförmige, chlorotische Flecke, welche anschließend verbräunten und nekrotischen Charakter annahmen. Sobald diese Symptome bei den Freilandinfektionen auftraten, wurden die Weiden über der Erde abgeschnitten und in die Feuchtkammer gebracht. Diese Maßnahme verhütete Spontaninfektionen. In der Feuchtkammer blieben die Pflanzen noch während Wochen grün und standen unter weiterer Beobachtung. Zeigten sich nach einem Monat keine Symptome, so wurden die Blätter nach SCHWEIZER (1958 a) in 60 % Äthylalkohol eingelegt. In manchen Fällen war es dadurch möglich, Befallsstellen als hellere Flecke von der übrigen Blattfläche zu unterscheiden. Das infizierte Wirtsmaterial wurde jeweils auch mikroskopisch untersucht. Alle Versuche gelangten mindestens in fünffacher Wiederholung mit fünf bis zehn Parallelen zur Durchführung.

6. Mikromessungen und statistische Auswertungen

Die für Mikromessungen bestimmten Präparate wurden in 100 %ige Milchsäure eingebettet und kurz aufgekocht. Um durch Quellungsvorgänge verursachte Größenunterschiede zu vermeiden, wurden die Messungen erst 24 Stunden nach dem Einbetten vorgenommen. Sie erfolgten unter Ölimmersion bei einer Vergrößerung von 6 × 90 mit einem Leitz-Meßokular. Sofern statistische Auswertungen erforderlich waren, wurden sie nach LINDER (1953) vorgenommen.

7. Färbungen für morphologische und zytologische Untersuchungen

Für die morphologischen Untersuchungen der Pilze — insbesondere des Feinbaues der Fruchtschicht — eignete sich am besten eine Färbung mit Baumwollblau.

Zytologische Befunde konnten an Hauptfruchtformen aus Reinkulturen gemacht werden. Einzelne Fruchtkörper wurden aus Agarblöckchen herauspräpariert, auf einen Objektträger gebracht, mit einem Tropfen Farblösung versetzt und mittels eines Deckglases unter gleichmäßigem Druck zerquetscht. Zur Färbung eignete sich am besten die Orceinlösung nach DAY et al. (1956) (0,2 g Orcein, 4,6 ml Eisessig, 5,2 ml Aq. dest., 0,2 ml 2,5 % Milchsäure). Diese Methode eignete sich für unsere Zwecke besser als die Orceinfärbung nach SINGLETON (1953) oder die Färbung mit Karminessigsäure. Ein kurzes Erhitzen der Präparate ergab kontrastreiche Bilder. Ebenso erwies sich ein vorheriges Fixieren in Carnoy-Lösung als vorteilhaft. Die Präparate wurden jeweils photographiert oder gezeichnet.

C. ERGEBNISSE

1. Morphologische Untersuchungen

Die morphologischen Untersuchungen erstreckten sich auf Haupt- und Nebenfruchtformen des gesammelten Materials. Da die Hauptfruchtformen der uns interessierenden Pilze meistens auch deren Überwinterungsformen sind, müssen sie im Frühjahr bis Frühsommer, je nach den Standorten der Wirte, gesammelt werden. Die bekannten Nebenfruchtformen dagegen parasitieren auf den lebenden Wirtsblättern und -trieben und kommen je nach Witterung vom Frühjahr bis in den Herbst vor.

BUSER (1940) unterschied für die Schweiz 27 verschiedene Weidenarten, die, mit Ausnahme von zwei äußerst seltenen, alle in die Untersuchungen einbezogen wurden. Ferner stand auch Herbarmaterial des Staatsherbariums München und des Herbariums der ETH zur Verfügung.

a) Hauptfruchtformen

Bei den gesammelten Hauptfruchtformen zeigten sich Unterschiede in den Dimensionen und der Lagerung der Fruchtkörper, der Borstenausbildung sowie Größe, Form und Beschaffenheit der Sporen. Es ließen sich so fünf verschiedene morphologische Arten unterscheiden — *Venturia chlorospora* (Ces.) Karst., *Venturia helvetica*, *Venturia microspora*, *Venturia subcutanea* Dearn. und *Epipolaeum longisetosum* (Volk.) nov. comb. (Syn. *Venturia longisetosa* Volk.) —, deren Artwert und verwandtschaftliche Beziehungen durch Kultur- und Infektionsversuche überprüft wurden.

b) Nebenfruchtformen

Obwohl sich die Sammeltätigkeit über zwei Jahre erstreckte, konnte nur eine, vermutlich zu einer *Venturia*-Art gehörende Nebenfruchtform, *Pollaccia saliciperda*, gefunden werden. Ebenso enthielt das Herbarmaterial nur diesen Pilz.

c) Myzelmerkmale

Das Myzel aller isolierten Pilze ist von dunkelbrauner bis dunkelgrauer Farbe. Die Hyphen breiten sich sehr langsam aus und zeigen häufig ein knolliges, seltener ein strahliges Wachstum. Sie sind dickwandig, von chlamydosporenartigen, aufgeblasenen, rundlichen, Öltropfen enthaltenden Zellen durchsetzt, welche mit seitlichen Keimschläuchen auskeimen und Seitenäste bilden, die vielfach anastomosieren. Für die systematische Einteilung der Arten sind diese Merkmale nur wenig brauchbar, da sie sehr stark variieren. Das Myzel der *Pollaccia saliciperda* unterscheidet sich nicht wesentlich von demjenigen der aus Ascosporen gezogenen Reinkulturen. Diese Befunde stimmen mit Beobachtungen von Dennis (1931) überein.

2. Physiologische Untersuchungen

a) Temperaturabhängigkeit des Myzelwachstums

Bei diesen Versuchen interessierte in erster Linie die Temperaturabhängigkeit der verschiedenen, nach morphologischen Gesichtspunkten eingeteilten Arten, ferner der Vergleich der Myzelzuwachsrate einzelner Reinkulturen bei ihren Temperaturoptima in derselben Nährlösung (Hefeextrakt-Nährlösung II S. 331). Um die Gesamtvariation einer bestimmten Art zu erfassen, wurde immer mit Mehrsporkulturen gearbeitet. Konnten verschiedene Pilze auf der gleichen Wirtspflanze gefunden werden (Sammelwirte, Gäumann 1951), wie im Falle von *Venturia chlorospora* und *Pollaccia saliciperda* auf *Salix elegantissima* K. Koch, wurden beide gleichzeitig in die Temperaturversuche einbezogen. Die Resultate (vgl. Fig. 4, 6) zeigen, daß sich sowohl Arten mit ähnlichen Temperaturansprüchen und Myzelzuwachsraten, wie solche mit sehr verschiedenen Reaktionen deutlich abzeichnen.

Mit Ausnahme von *Venturia subcutanea* werden die geprüften Pilze bei 27 °C in ihrem Wachstum stark gehemmt und bei 33 °C irreversibel geschädigt, d. h. sie setzen nach Überführung in optimale Temperaturverhältnisse das Wachstum nicht mehr fort. Niedere Temperaturen dagegen beeinträchtigen das Wachstum nur in geringem Maß.

b) Bildung von Nebenfruchtformen in Kultur

Die Ascosporen wie Konidienreinkulturen bildeten, von einer Ausnahme abgesehen, nur kurze Zeit nach der Isolation Nebenfruchtformen auf Malzagar. Aus diesem Grunde fand Dennis (1931) überhaupt keine Konidien in *Pollaccia*-Reinkulturen. Die Konidienbildung steht in engem Zusammenhange mit dem Myzelwachstum: sobald ein verhältnismäßig intensives Wachstum beginnt, setzt die Konidienbildung aus. Hansen (1938) zeigte mit Einsporkulturen mehrerer Arten von *Fungi imperfecti* eine Korrelation zwischen geringem bzw. starkem Myzelwachstum und vorhandener bzw. fehlender Konidienproduktion. Er führte diese Erscheinung auf Heterokaryosis polynuklearer Einzelsporen zurück. In den vorliegenden Untersuchungen konnte bei Einsporkulturen keine Trennung in sporulierende und nicht sporulierende Stämme gefunden werden.

Mehrere Arbeiten über *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint. befaßten sich mit der Konidienproduktion in vitro (RUDLOFF 1935, SCHMIDT 1936, KEITT und PALMITER 1938, ZOBRIST und BOHNEN 1958). Sie zeigten, daß die Bildung der Konidien auf festen Medien, vor allem auf Malzagar — bei *Fusicladium cerasi* (Rabh.) Sacc. und *Fusicladium carpophilum* (Thüm.) Oudem. auch auf Hafermehlagar (SCHWEIZER 1958 b) — anhält und außerdem die Pathogenität der Pilze erhalten bleibt (KEITT und LANGFORD 1941).

Alle Versuche zur Erhaltung der Sporenbildung in Kultur schlugen bei den untersuchten Pilzen fehl. Es gelang auch nicht, durch Verpflanzung der Kulturen in für *Venturia inaequalis* geeignete Medien und entsprechenden Temperaturvariationen die Bildung der Konidien erneut auszulösen. Einzig *Pollaccia saliciperda* bildete auf Agarklötzchen in der Feuchtkammer wieder Konidien. Der gleiche Effekt trat auch bei einer Beimpfung kalt sterilisierter Blätter in Reagenzröhren ein (S. 331).

Die *Pollaccia saliciperda* bildet wie in der Natur Konidien und Konidienträger, welche den Formen der Gattung *Pollaccia* Bald. et Cif. (HUGHES 1953) entsprechen. Die einzelnen Träger und Konidien stehen nicht in Stromata zusammen, sondern sind, dem Substrat entsprechend, diffus verteilt.

Venturia chlorospora dagegen bildet eine Konidienform, welche in die Gattung *Fusicladium* Bon. (HUGHES 1953) gestellt werden muß. Die einzelligen, seltener zweizelligen, langen, schmalen Konidien entstehen auf Höckern der Trägerzellen. Sie werden in langen, unverzweigten Ketten abgeschnürt und unterscheiden sich somit eindeutig von *Pollaccia*.

Venturia microspora und *Venturia helvetica*, zwei verwandte Arten der *Venturia chlorospora*, wie auch *Epipolaeum longisetosum* und *Venturia subcutanea* bildeten unter den verschiedenen geprüften Bedingungen — auch auf kalt sterilisierten Blättern — keine Nebenfruchtformen.

c) Hauptfruchtformen in Reinkulturen

Da *Pollaccia saliciperda* nur mutmaßlich zu *Venturia chlorospora* gestellt wurde (ADERHOLD 1897) und der Beweis für die Zusammengehörigkeit nicht erbracht werden konnte (CLINTON und MCCORMICK 1929, Anonym. 1931 und VON ARX 1957), war es um so mehr notwendig, Versuche zur Gewinnung von Hauptfruchtformen aus Reinkulturen durchzuführen. Ferner war es unerläßlich, auch die morphologischen Arten einer Prüfung unter vergleichbaren Bedingungen zu unterziehen, um eine Konstanz der morphologischen Merkmale nachzuweisen.

Untersuchungen über die Fruchtkörperbildung in vitro wurden innerhalb der Gattung *Venturia* vor allem mit dem Erreger des Apfelschorfes durchgeführt. JONES (1914) gelang es erstmals, in vitro reife Ascosporen von *Venturia inaequalis* zu erhalten (s. auch KEITT und PALMITER 1938). JONES ließ einfach Ascosporen von verschiedenen Herkünften auf den gleichen Malzagarnährböden auskeimen. Damit zeigte er, daß Malzagar nicht nur für die Konidien-, sondern auch für die Ascosporenbildung sehr geeignet ist. FREY (1924) erreichte die gleichen Resultate mit Hafermehlagar. KEITT und PALMITER (1938), vor allem aber KEITT und LANGFORD (1941) verbesserten diese Methoden und züchteten den Pilz auf Malzagar mit niedrigem Malzanteil

unter Zugabe von wässerigem Blattdekokt. Mit diesen Nährböden erzielten sie, und später auch MENON (1956), bei bestimmten Temperaturvariationen regelmäßig reife Ascosporen kompatibler Herkünfte von *Venturia inaequalis*. Daß Malzagar auch für weitere *Venturia*-Arten eine gute Grundlage der generativen Vermehrung bildet, läßt sich aus Untersuchungen mit verwandten Pilzen entnehmen. So erhielt GREMMEN (1956) Fruchtkörper von *Venturia macularis* (Fr.) Müller et v. Arx in einer Malzagar enthaltenden Petrischale bei Temperaturen von 0 bis 5 °C. SCHWEIZER (1958 b) gelangte mit Reinkulturen von *Venturia cerasi* Aderh. zu denselben Resultaten.

Analoge Versuche wurden bei den weidenbewohnenden *Venturia*-Arten vor allem mit der *Pollaccia saliciperda* gemacht; sie verliefen jedoch meistens negativ (CLINTON und MCCORMICK 1929, DENNIS 1931, VON ARX 1957). In einem Falle führten sie zur Bildung von Initialstadien (KOCHMANN 1929), und Anonymus (1931) erwähnt reife Fruchtkörper aus Reinkulturen. VON ARX (1957) erhielt mit Ascosporen-Reinkulturen einer *Venturia chlorospora* Isolation von *Salix cordata* auf Hafermehlagar bei 24 °C ohne Beleuchtung Hauptfruchtformen. Die Versuche von VON ARX wurden überprüft und konnten bestätigt werden. Die Isolationen von *Venturia chlorospora*, insbesondere von *Salix alba* und *Salix cordata*, bildeten auf Hafermehlagar unter gleichen Bedingungen reife Ascosporen. In unseren Versuchen konnte jedoch festgestellt werden, daß bei diffusem Licht und Zimmertemperatur die Fruktifikationen rascher einsetzten und häufiger auftraten als bei 24 °C ohne Beleuchtung. Gleichartig verhielten sich *Venturia subcutanea* und die zu Kontrollzwecken einbezogenen *Venturia fraxini* Aderh. und *Venturia ditricha* (Fr.) Karst. Die Perithezienbildung auf Malzagar war dagegen bei all diesen Pilzen spärlicher. Die *Pollaccia saliciperda*, wie auch *Venturia microspora*, *Venturia helvetica*, *Epipolaeum longisetosum* bildeten bisher weder reife Fruchtkörper noch Initialstadien. Weitere Versuche stützten sich auf die Erfahrungen von KEITT und LANGFORD (1941) mit *Venturia inaequalis*. Entsprechend veränderte Blattdekokt-Nährböden (vgl. S. 331) führten jedoch auch nicht zum Ziele: sie unterdrückten sogar bei den auf Hafermehlagar fruktifizierenden Pilzstämmen die Bildung von Hauptfruchtformen.

WILSON (1928) zeigte, daß bei *Venturia inaequalis* eine hohe Feuchtigkeit nicht nur für die Reifung der Perithezien im Frühjahr, sondern auch für die Auslösung der Initialstadien im Herbst notwendig ist. VON ARX (1957) fand auf abgestorbenen Weidenblättern eine Form von *Venturia chlorospora* mit reifen Ascosporen im Herbst; diese frühzeitige Reifung weist darauf hin, daß bei der Fruchtkörperbildung nicht so sehr die winterlichen Kälteperioden als vielmehr die Feuchtigkeitsbedingungen eine erhebliche Rolle spielen.

Diese Beobachtungen gaben dazu Veranlassung, bei weiteren Untersuchungen die Feuchtigkeitsverhältnisse besonders zu berücksichtigen. Kalt sterilisierte Weidenblätter in 5 ml Aq. dest. enthaltenden Reagenzröhrchen (vgl. S. 331) wurden mit Myzelstücken der verschiedenen Pilzstämme über der Wasseroberfläche beimpft, anschließend bei Zimmertemperatur und im Freilande (April bis Mai) aufbewahrt und täglich geschüttelt, so daß die Blattoberfläche

dauernd benetzt blieb. Als Kontrolle dienten Anordnungen, bei welchen sich die Impfstelle am gleichen Ort oder unter der Wasseroberfläche befand. In allen Fällen entwickelten sich die Pilze gut. Nach drei bis vier Wochen hatten sich in den geschüttelten Röhrchen entweder reife Fruchtkörper oder — bei *Pollaccia saliciperda* — Initialstadien, sowohl bei Zimmertemperatur als auch im Freiland, gebildet. Bei den Kontrollreihen dagegen zeigten sich nach mehreren Wochen noch keine Perithezien. Dieser Versuch bewies, daß der Feuchtigkeit die vermutete Bedeutung zukommt; sie muß sehr hoch sein, kann aber nicht einfach mit submersen Kulturen erreicht werden, wie der entsprechende Kontrollversuch zeigt.

Da zur Zeit der Perithezienreife im Frühjahr eine starke Taubildung vorherrscht, wurden myzeldurchwachsene Malzagarblöckchen zu dieser Jahreszeit auf Filterpapier unter Glasschalen direkt auf die Grasnarbe unter Freilandbedingungen gelegt. Die Bodenfeuchtigkeit war während dieser Zeit so groß, daß die Filterpapiere ständig durchnäßt blieben und die Kulturen nicht austrockneten. Obwohl die Pilze unter nicht sterilen Bedingungen gehalten wurden, zeigten sich erstaunlich wenig Kontaminationen. Innerhalb zwei bis vier Wochen bildeten sämtlich Isolationen, einschließlich *Pollaccia saliciperda*, reife Ascosporen. Die Belichtungsverhältnisse spielten dabei nur eine unbedeutende Rolle.

Mit fortschreitender Jahreszeit gegen Sommer, nimmt die Bodenfeuchtigkeit ab, und die Temperaturen im Freilande schwanken erheblich. Aber auch die Versuche in Gewächshauskabinen mit einstellbarer Luftfeuchtigkeit und -Temperatur (vgl. S. 332) führten zu brauchbaren Resultaten. Es zeigte sich, daß das Wachstums-Temperaturoptimum mit dem Temperaturoptimum zur Bildung der Hauptfruchtformen zusammenfällt. Diese Tatsache steht im Gegensatz zu verschiedenen analogen Versuchen (LILLY und BARNETT 1951).

Wie Testversuche mit weiteren Pilzen der Gattung *Venturia* und verwandter Gattungen zeigten, scheint bei ihnen die Bildung der Hauptfruchtformen auf ähnlichen physiologischen Faktoren zu beruhen, da auch diese Pilze unter gleichen Versuchsbedingungen reife Perithezien bildeten.

Diese aus Reinkulturen gewonnenen Fruchtkörper unterscheiden sich weder im Aufbau noch in der Größe wesentlich von den in der Natur vorkommenden. Die Sporenformen und Dimensionen blieben gänzlich gleich; in der Natur vorgefundene Unterschiede ließen sich bestätigen. Deshalb beziehen sich die Messungen im systematischen Teile vor allem auf die unter gleichen Bedingungen erhaltenen Hauptfruchtformen. Dieses Vorgehen erlaubt, substratbedingte Variationen von vornherein auszuscheiden.

3. Infektionsversuche

Schon ADERHOLD (1897) regte an, daß eine eindeutige Artumgrenzung der nahverwandten und morphologisch wenig differenzierten Arten der Gattung *Venturia* durch Infektionsversuche gestützt werden sollte. Gleichzeitig wies er jedoch auf die großen methodischen Schwierigkeiten bei dieser Pilzgruppe hin, die in der Erzielung eindeutiger, positiver Infektionen liegt. Für *Venturia inaequalis* wurden später Methoden entwickelt, die den natürlichen

Infektionsbedingungen weitgehend entsprachen, so daß man ohne größere Schwierigkeiten positive Ergebnisse erzielte (KÜTHE 1935, SCHMIDT 1936, NUSBAUM und KEITT 1938, KEITT und LANGFORD 1941, KEITT et. al. 1943, MENON 1956). SCHWEIZER (1958 a) führte mit den Erregern des Kirschen- und Pfirsichschorfes ebenfalls erfolgreiche Infektionsversuche durch. Im Prinzip verwendeten alle Autoren dieselbe Anordnung. Die Blätter junger Versuchspflanzen wurden mit einer Sporen-, seltener Myzelsuspension besprüht oder bestrichen und anschließend während zwei bis vier Tagen bei hoher Feuchtigkeit gehalten.

Mit dem Erreger des Weidenschorfes, *Pollaccia saliciperda,* liegen nur wenige Infektionsversuche vor (SCHWARZ 1922, CLINTON und MCCORMICK 1929, KOCHMANN 1929, Anonym. 1931, DENNIS 1931, BROOKS und WALKER 1935). Viele dieser Versuche führten zu negativen Ergebnissen (SCHWARZ 1922, DENNIS 1931). KOCHMANN (1929), BROOKS und WALKER (1935) sowie CLINTON und MCCORMICK (1929) konnten auf den in der Natur beobachteten Wirten Infektionen erzielen. Bei diesen Untersuchungen handelte es sich nicht in erster Linie um eine Überprüfung des Wirtsspektrums, sondern vielmehr um ein Feststellen des Parasitismus der *Pollaccia,* welcher von verschiedenen Autoren angezweifelt wurde (NATTRASS 1928, DENNIS 1931). Aus ihren Versuchen schlossen sie, daß als primärer Parasit ein Imperfekt, *Physalospora Miyabeana* Fukushi (wahrscheinlich eine *Glomerella cingulata*-Form) anzusprechen sei. Tatsächlich verursacht dieser Parasit auf den Weidenblättern Symptome, die makroskopisch kaum von denjenigen der *Pollaccia* zu unterscheiden sind (BUTLER und JONES 1949). CLINTON und MCCORMICK (1929), auch BROOKS und WALKER (1935) zeigten jedoch, daß beide Pilze als primäre Parasiten auftreten können.

In den vorliegenden Untersuchungen wurden die Infektionen nach den auf S. 332) beschriebenen Methoden entweder im Gewächshaus oder im Freiland durchgeführt. Die Freilandinfektionen erwiesen sich günstiger als die unter Gewächshausbedingungen, da die Stecklinge in geschlossenen Räumen stark von der roten Spinne befallen wurden und den kräftigen Wuchs der Freilandpflanzen nicht erreichten. Laborversuche mit abgetrennten, grünen Blättern in Petrischalen als Feuchtkammern (SCHWEIZER 1958 a) erwiesen sich als ungünstig, da die Blätter meist vor dem Haften der Infektionen zu faulen begannen. Als Ausgangsmaterial dienten, sofern möglich, aus der Natur gesammelte Blätter mit reifen Konidien oder Ascosporen, um den natürlichen Verhältnissen möglichst zu entsprechen und um den durch Kultur auf künstlichen Nährböden auftretenden Pathogenitätsverlust zu vermeiden (SIEBS 1952). Ausnahmsweise wurden aber Kulturen verwendet, die von Mehrsporisolierungen stammten. Es war nicht die Pathogenität einzelner Linien, sondern der Wirtskreis ganzer Arten zu prüfen. Bei der Befallsbonitierung wurde deshalb in erster Linie das Schadbild in qualitativer Hinsicht berücksichtigt.

Die Resultate der Infektionsversuche sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Sie beziehen sich auf Gewächshaus- sowie Freilandinfektionen. Das verwendete Infektionsmaterial wurde jeweils entsprechend gekennzeichnet. Bei

den Myzelinfektionen bewährten sich Myzelklötzchen besser als Myzelsuspensionen (vgl. auch KEITT et al. 1943). Im Gegensatz zu den Beobachtungen von SCHWEIZER (1958 a) bei Kirschen- und Pfirsichbäumen waren auch Infektionen mit Myzel erfolgreich. Die Resultate der Infektionsversuche werden bei den einzelnen Arten im speziellen Teile besprochen.

D. SYSTEMATIK

Auf Grund von morphologischen Studien sowie Kultur- und Infektionsversuchen lassen sich die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Pilze in mehrere Arten trennen. Diese können ihrerseits in verwandte Gruppen, Formenkreise (GÄUMANN 1951), zusammengefaßt werden, welche vor allem auf Merkmalen wie Lagerung der Fruchtkörper im Wirtsgewebe, Borstenausbildung, Form, Farbe und Beschaffenheit der Ascosporen sowie der ausgebildeten Nebenfruchtformen basieren. Innerhalb der Formenkreise werden die einzelnen Arten nach den Dimensionen ihrer Ascusfrüchte, insbesondere der Sporen, wie auch nach ihrem physiologischen und biologischen Verhalten geordnet.

1. Gemeinsame Merkmale der untersuchten Arten

Neben den bereits erwähnten Übereinstimmungen im Myzel verhalten sich die einzelnen Formen auch bezüglich der Entstehung und des Aufbaus der Fruchtkörper sehr ähnlich. Entwicklungsgang und Ascogenese verlaufen im wesentlichen wie bei *Venturia inaequalis* (KILLIAN 1917, FREY 1924, WILSON 1928, KEITT und PALMITER 1938, BACKUS und KEITT 1940). Die verschiedenen Stadien von spiralig eingerollten Hyphen bis zu runden Stromata mit durchbrechenden Trichogynen lassen sich in den Reinkulturen studieren. Das mit Orcein (DAY et al. 1956) rotbraun färbbare Ascogonium teilt sich mit fortschreitendem Alter und bildet im Innern des jungen Fruchtkörpers basal eine Zellschicht, aus welcher ascogene Hyphen und anschließend Asci entstehen. Die erste Reduktionsteilung findet analog zu *Venturia inaequalis* erst statt, wenn der Ascus beinahe seine endgültige Größe erreicht hat. Die Chromosomen lassen sich im Pachytän der ersten Reduktionsteilung am besten untersuchen; in den meisten Fällen konnten bei *Venturia chlorospora* $n = 5$ Chromosomen gezählt werden. Sie sind mit Orcein färbbar. Die Orientierung der Teilungsspindel, wie auch die Sporenbildung über ein kurzes Einzellstadium zum endgültigen zweizelligen, entsprechen den Befunden von BACKUS und KEITT (1940), die *Venturia inaequalis* untersuchten. Bei *Venturia chlorospora* vollziehen sich dagegen nach der Ascosporenbildung noch weitere mitotische Kernteilungen in beiden Zellen der Sporen.

So wenig sich die geschlechtlichen Vorgänge bei den verschiedenen Arten unterscheiden, so einheitlich sind auch die Wände der Fruchtkörper. Sie bestehen aus einigen Lagen von mehr oder weniger dunklen, polyedrischen, leicht gestreckten, derbwandigen Zellen. Der Scheitel ist meist papillenförmig, seltener zylinderisch verlängert (VON ARX 1957) und zur Zeit der Sporenreife von einem rundlichen Porus durchbohrt. Die Mündungen sind von

einheitlich dunklen, in Form und Größe jedoch variierenden, an den äußeren Wandzellen herauswachsenden Borsten besetzt. Aus den Wandzellen wachsen, analog den Chlamydosporen keimschlauchähnliche Hyphen. Sind die Fruchtkörper gänzlich ins Substrat eingesenkt, wie es bei Agarkulturen teilweise der Fall ist, so bilden sich aus diesen gewöhnliche Hyphen. Ragen sie jedoch über die Substratoberfläche, so entstehen die charakteristischen, nie septierten, zugespitzten Borsten. Ihre Bildung erfolgt wahrscheinlich nur unter bestimmten Feuchtigkeitsbedingungen. Die Borsten können somit als verkümmerte Hyphen gedeutet werden.

Die untersuchten Arten lassen sich folgendermaßen schlüsselartig darstellen:

1. Fruchtkörper oberflächlich auf lebenden oder überwinterten Blättern, einem oberflächlichen Hyphengeflecht aufsitzend, Konidienform fehlend, Ascosporen 11 bis 15 × 4 bis 6 μ ..... *Epipolaeum longisetosum* p. 354
1.* Fruchtkörper dem Blattgewebe mehr oder weniger eingesenkt, meist auf überwinternden Blättern 2
2. Parasitische Konidienform *Pollaccia*, vor allem auf kultivierten Weiden auftretend, Hauptfruchtform sehr selten ..... *Venturia saliciperda* p. 349
2.* Konidienform *Fusicladium* oder unbekannt, Hauptfruchtform häufig, meist auf Weiden natürlicher Bestände 3
3. Ascosporen fein dornig skulptiert, 17 bis 24 × 6,5 bis 9 μ auf alpinen Spalierweiden ..... *Venturia subcutanea* p. 353
3.* Ascosporen glatt: Formenkreis der *Venturia chlorospora* 4
4. Ascosporen 10 bis 13 × 3,5 bis 4,5 μ, Fruchtkörper 60 bis 80 μ groß auf *Salix nigricans* Sm. und *Salix cinerea* L. ..... *Venturia microspora* p. 347
4.* Ascosporen 12 bis 16,5 × 5,5 bis 6,5 μ, Fruchtkörper 80 bis 150 μ groß, auf sehr vielen Weidenarten ..... *Venturia chlorospora* p. 342
4.** Ascosporen 16 bis 21,5 × 6,5 bis 8 μ, Fruchtkörper 80 bis 150 μ groß, auf *Salix helvetica* Vill. ..... *Venturia helvetica* p. 346

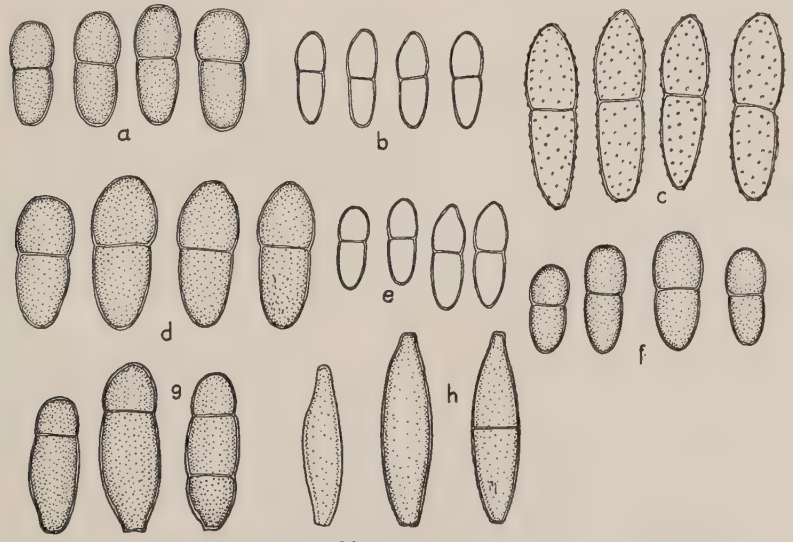


Abb. 1. Ascosporen von a) *Venturia chlorospora*, b) *Venturia microspora*, c) *Venturia subcutanea*, d) *Venturia helvetica*, e) *Venturia saliciperda*, f) *Epipolaeum longisetosum*. Konidien von g) *Venturia saliciperda*, h) *Venturia chlorospora*. Vergr. 1000×

2. Formenkreis der *Venturia chlorospora*

Die dunklen, kugeligen, oft etwas zusammengedrückten Fruchtkörper sind mehr oder weniger tief in das Blattgewebe eingesenkt und stehen herdenweise zusammen oder sind unregelmäßig über die Blätter zerstreut. An den von einem rundlichen Porus durchbrochenen Mündungen der Fruchtkörper sitzen bis 120 μ lange, dunkelbraune, gekrümmte, zugespitzte Borsten. Die bitunikaten Asci enthalten acht ellipsoidische, seltener oblonge, septierte Sporen von gelbgrüner, graugrüner bis bräunlicher Farbe und glatter Sporenoberfläche. Soweit Konidien gebildet werden, gehören sie zur Formgattung *Fusicladium* Bon.; sie sind jedoch nur in Reinkulturen festgestellt oder fehlen überhaupt.

Auf Grund der verschiedenen Sporengrößen (s. Tab. 1 und Abb. 1), des physiologischen und biologischen Verhaltens lassen sich in diesem Formenkreis drei Arten unterscheiden.

Tabelle 1

Ascosporenmaße der *Venturiaceae* von Weidenarten gewonnen aus Reinkulturen auf Malzagar

Pilzart	Sporenmaße in μ		Längen/Breiten-Index	Streuungen der Längen	Signifikanz der Mittelwerte und Streuungen (bezogen auf *Venturia chlorospora*)	
	Länge	Breite			t (P = 0,01) n = 100	F (P = 0,01) n = 100
Venturia chlorospora	12,0—13,5—16,5	5,5—6,0—6,5	2,1	± 0,59	—	—
Venturia helvetica	16,0—18,0—21,5	6,5—7,0—8,0	2,4	± 1,28	+	—
Venturia microspora	10,0—11,5—13,0	3,5—4,0—4,5	2,7	± 0,65	+	—
Venturia saliciperda	11,5—12,5—14,0	4,0—4,5—5,0	2,9	± 0,69	+	—
Venturia subcutanea	17,5—21,0—24,0	5,5—6,5—9,0	3,2	± 3,82	+	+

a) *Venturia chlorospora* (Ces.) Karst.

Myc. fenn. **2**: 189 (1873)

Synonyme: *Sphaeria chlorospora* Ces. — Rbh. Herb. myc. **2**: 48 (1859).
Sphaerella chlorospora (Ces.) Ces. et de Not. — Schema di Classif. p. 83 (1863).
Sphaerella canescens Karst. — Myc. Fenn. **2**: 190 (1873).
Venturia chlorospora (Ces.) Aderh. — Hedwigia **36**: 82 (1897).
Endostigme chlorospora (Ces.) Syd. — Ann. Mycol. **21**: 173 (1923).

Konidienform: *Fusicladium* Bon.

Wirtspflanzen: (des Typus) *Salix alba* L., (weitere) *Salix appendiculata* Vill. (selten), *Salix caesia* Vill., *Salix caprea* L., *Salix cordata* Mühl., *Salix daphnoides* Vill., *Salix elaeagnos* Scop., *Salix elegantissima* K. Koch (selten), *Salix glabra* Scop., *Salix hastata* L., *Salix herbacea* L. (selten), *Salix Hulteni* Flod., *Salix pentandra* L., *Salix purpurea* L., *Salix reticulata* L. (sehr selten), *Salix triandra* L., *Salix viminalis* L.

Reinkulturen:

Von *Salix alba* L.: Stamm ETH Nr. 2821, Schneckeneule, Fürstentum Liechtenstein, 13. 5. 1958; — Stamm ETH Nr. 2822, 2823 und 2824, Tessinufer zwischen Bellinzona und Giubiasco, Kt. Tessin, 24. 5. 1958; — Stamm ETH Nr. 2840, bei Bendern, Fürstentum Liechtenstein, 22. 5. 1959; — Stamm ETH Nr. 2842, Rheinufer

Infektionsversuche mit verschiedenen *Venturia*-Formen von Weidenarten

Pilzarten		Wirtsarten																					
		Salix elegantissima K. Koch	*Salix babylonica* L.	*Salix cordata* Mühl.	*Salix alba* L.	*Salix pentandra* L.	*Salix triandra* L.	*Salix nigricans* Sm.	*Salix caesia* Vill.	*Salix caprea* L.	*Salix Hulteni* Flod.	*Salix cinerea* L.	*Salix aurita* L.	*Salix repens* L.	*Salix foetida* L.	*Salix Waldsteiniana* Willd.	*Salix appendiculata* Vill.	*Salix helvetica* Vill.	*Salix viminalis* L.	*Salix elaeagnos* Scop.	*Salix purpurea* L.	*Salix daphnoides* Vill.	*Salix retusa* L.
Venturia saliciperda von																							
Salix elegantissima Koch	K	+	+	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—
Salix babylonica L.	K	+	+	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Salix cordata Mühl.	K	+	+	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	M	+		+																			
Venturia chlorospora von																							
Salix alba L.	A	F	F	F	F	—	—	—	—	F	F	—	F	—	—	—	F	—	F	F	—	—	—
	K	—	F	F	F	F	—	—	—	F	F	F	F	—	—	—	—	—	F	F	F	—	—
Salix cordata Mühl.	A			F																			
Salix daphnoides Vill.	K	—	—	F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	F	—
Salix purpurea L.	A	—	F	F	F	—	—	—	—	—	—	—	F	—	—	—	F	—	F	F	F	F	—
Venturia microspora von																							
Salix nigricans Sm.	A							—															
Epipolaeum longisetosum von																							
Salix foetida Schleich.	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	H	H	H	—	—	—	—	—	—
	M														H	H	H						

A = Infektionen mit Ascosporen
K = Infektionen mit Konidien
M = Infektionen mit Myzel
H = gelungene Infektion mit Hauptfruchtformbildung

\+ = gelungene Infektion mit Konidienproduktion
F = gelungene Infektion, nur Blattflecke
— = keine Infektion

bei Buchs, Kt. St. Gallen, 22. 5. 1959; — Stamm ETH Nr. 2841, Tessinufer bei Osogna, Kt. Tessin, 23. 5. 1959.

Von *Salix alba* ssp. *vitellina* (L.) Arcang.: Stamm ETH Nr. 2827, Katzensee bei Zürich, Kt. Zürich, 10. 6. 1958.

Von *Salix caesia* Vill.: Stamm ETH Nr. M 543, La Punt, Kt. Graubünden, 2. 7. 1959.

Von *Salix cordata* Mühl.: Stamm ETH Nr. 2849, Hannoversch-Münden, Deutschland, 20. 5. 1959, leg. F. BUTIN.

Von *Salix daphnoides* Vill.: Stamm ETH Nr. 2828, Aiguilles (Hautes-Alpes), Frankreich, 25. 6. 1958; — Stamm ETH Nr. 2833, Aiguilles (Hautes-Alpes), Frankreich, 29. 6. 1958; — Stamm ETH Nr. 2846, Rheinufer bei Buchs, Kt. St. Gallen, 22. 5. 1959; — Stamm ETH Nr. 2504, La Punt, Kt. Graubünden, 2. 7. 1959.

Von *Salix elaeagnos* Scop.: Stamm ETH Nr. 2845, Tessinufer bei Osogna, Kt. Tessin, 23. 5. 1959; — Stamm ETH Nr. M 534, Gorge de Verdon, Frankreich, 8. 6. 1959.

Von *Salix hastata* L.: Stamm ETH Nr. 2569, Val Tuors, Kt. Graubünden, 1. 7. 1959.

Von *Salix purpurea* L.: Stamm ETH Nr. 2834, Val Capriasca, Kt. Tessin, 26. 5. 1958; — Stamm ETH Nr. 2847, Tessinufer bei Osogna, Kt. Tessin, 23. 5. 1959; — Stamm ETH Nr. 2848, Bèse-Ufer bei Digne, Frankreich, 8. 6. 1959.

Von *Salix* sp.: (*Caprea*-Gruppe), Stamm ETH Nr. 2826, Hautes-Grives s. Vouvry, Kt. Wallis, 22. 5. 1958, leg. R. CORBAZ.

Die dunklen, kugeligen, oft etwas niedergedrückten, 80 bis 150 μ großen Fruchtkörper (Abb. 2) der Ascusform reifen im Frühjahr auf toten, überwinterten Weidenblättern. Sie stehen häufig herdenweise zusammen und sind dem Blattgewebe, vor allem blattoberseits, meist tief eingesenkt. Die Fruchtkörperwand besteht aus wenigen Lagen von braunwandigen, eckigen, 5 bis 10 μ großen, länglichen Zellen. Die Fruchtkörper durchbrechen die Epidermis mit einer papillen- oder schnabelförmigen, von einem rundlichen Porus durchbohrten Mündung. Diese ist mit einigen dunklen, derben, leicht gekrümmten, bis 100 μ langen und 5 μ breiten Borsten besetzt. Die parallelstehenden, bitunikaten Asci messen 45 bis 70 $\times$ 10 bis 15 μ, sie sind gegen die Basis hin sackartig erweitert und sitzen meistens mit einer kurzen, fußförmigen Verlängerung einer zarten, kleinzelligen Basalschicht auf. Sie sind von fädigen Paraphysoiden umgeben. Die gelb- bis graugrün gefärbten, 12 bis 13,5 bis 16,5 $\times$ 5,5 bis 6 bis 6,5 μ großen, ellipsoidischen Sporen besitzen ein deutliches, glattes Epispor und sind in bzw. wenig über der Mitte septiert und bei der Querwand leicht eingeschnürt.

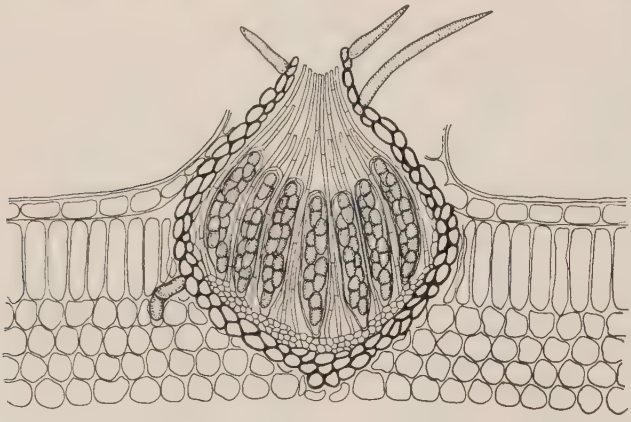


Abb. 2. Querschnitt durch einen Fruchtkörper von *Venturia chlorospora*. Vergr. etwa 330×

Die in Kultur entstandene Nebenfruchtform (Abb. 3) konnte in der Natur nicht beobachtet werden. Auf höckerigen, kurzen Fortsätzen der durch

ihre dunklere Farbe sich von den Hyphen abhebenden Trägerzellen entstehen in unverzweigten Ketten längliche, an beiden Enden verjüngte, 20 bis 25 × 5 bis 8 μ große, braune, meist einzellige Konidien. Diese Konidienform gehört in die Gattung *Fusicladium* Bon. (Hughes 1953). Nach Beschreibungen und Abbildungen von Hughes (1953) und Schweizer (1958 b) entspricht sie weitgehend dem *Fusicladium carpophilum* (Thüm.) Oudem., bei welchem die Konidien ebenfalls in unverzweigten Ketten auf kurzen Fortsätzen der Conidiophoren entstehen. Fisher (1957) fand zu *Fusicladium carpophilum* die zugehörige Ascusform, die ebenfalls zu *Venturia* gehört. Dieser Befund führte zur Einordnung der Nebenfruchtform von *Venturia chlorospora* in die Gattung *Fusicladium*, welche nun neben den Formen mit einzeln abschnürenden, auch solche mit in Ketten entstehenden Konidien einschließt. Diese gehören ebenfalls in den Entwicklungsgang von *Venturia*-Arten. *Venturia chlorospora* weist eine große geographische Verbreitung und geringe Wirtsspezifität auf (Tab. 2). Viele einheimische Weidenarten werden von ihr befallen, dagegen erheblich weniger kultivierte Formen, auf welchen *Pollaccia saliciperda* parasitiert.

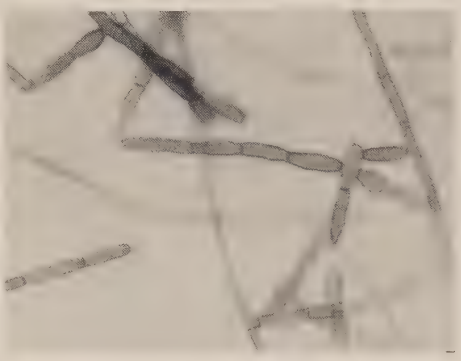


Abb. 3. *Fusicladium*-Nebenfruchtform von *Venturia chlorospora* auf Malzagar. Vergr. etwa 350×

So erwähnt Alcock (1924), daß *Venturia chlorospora* in England noch nicht gefunden wurde. Es gelang auch nicht, die Ascusform auf stark von *Pollaccia saliciperda* befallenen Weiden in Connecticut (USA) zu beobachten (Anonym. 1931). Deshalb lag die Vermutung nahe, daß es sich bei diesem Pilze um einen wenig spezifischen und ebensowenig pathogenen Organismus handelt. Die Ergebnisse der Infektionsversuche (Tab. 2) zeigen, daß *Venturia chlorospora* wohl verschiedene Weiden zu befallen vermag, und zwar sowohl von Ascosporen als auch von Konidien ausgehend. Es bildeten sich jedoch nur chlorotische, manchmal auch nekrotische Blattflecke, die sich aber nicht zu sporulierenden Läsionen entwickelten, sondern im Stadium von Subinfektionen verblieben (Gäumann 1951). Deshalb vermutete schon Aderhold (1897), der im Frühjahr auf einheimischen Weiden häufig Hauptfruchtformen, jedoch nicht den Konidienpilz fand, daß die Ascosporen die Fähigkeit besäßen, auf den Blättern Appressorien zu bilden, so die Vegetationsperiode zu überdauern und erst im Herbst auf den absterbenden Blättern weiterzuwachsen. Er nannte diese Appressorienkeimlinge „verankerte Sporen". Die Infektionsversuche bestätigen, daß *Venturia chlorospora* während der Vegetationsperiode vorwiegend saprophytisch auf den toten Blättern zu leben oder auf lebenden Blättern in Form von Subinfektionen zu überdauern vermag. Ob

sie sich unter günstigen Bedingungen zu einem aggressiven Parasiten mit der Fusicladienform (Abb. 3) entwickeln kann, konnte nicht festgestellt werden.

Venturia chlorospora besitzt ihr Temperaturoptimum, wie *Venturia microspora*, bei 24 °C (Abb. 4). Die Myzelzuwachsrate in Hefeextraktnährlösung II ist bei allen drei Arten des *Venturia chlorospora*-Formenkreises gleich. Dagegen unterscheidet sich *Venturia chlorospora* physiologisch von den beiden weiteren Arten ihres Formenkreises, *Venturia microspora* und *Venturia helvetica*, durch ihre Fähigkeit, auf Hafermehlagar bei Zimmertemperatur Fruchtkörper zu bilden.

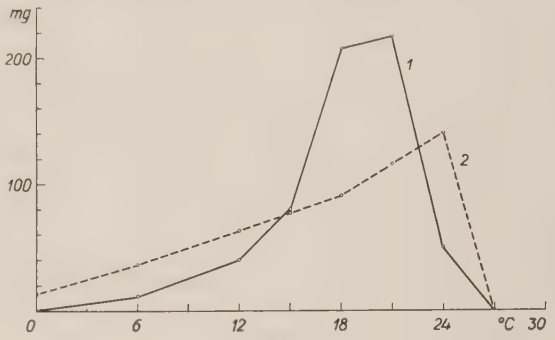


Abb. 4. Die Temperaturabhängigkeit des Myzelwachstums von 1. *Venturia saliciperda*, 2. *Venturia chlorospora*

Innerhalb der wenig spezifischen Art lassen sich Rassen erkennen. So bilden alle *chlorospora*-Isolationen von *Salix alba* von verschiedenen Standorten schon nach ein bis zwei Wochen auf Hafermehlagar Hauptfruchtformen. Auffallend war ferner, daß alle Isolationen von *Salix daphnoides* Vill. im Vergleich zu den übrigen Arten über längere Zeit Konidien des *Fusicladium*-Typus in Kulturen bildeten. Außerdem verhielten sie sich im Infektionsversuch mehr wirtsspezifisch als die anderen Formen (Tab. 2).

b) *Venturia helvetica* nov. spec.

Konidienform: keine.
Wirtspflanzen: *Salix helvetica* Vill.

Die dunklen, kugeligen, 80 bis 150 μ großen Fruchtkörper reifen im Frühsommer auf toten, überwinterten Blättern. Blattoberseits sind sie dem Blattgewebe ziemlich tief eingewachsen und treten in rundlichen Herden auf. Auf der stark verfilzten Blattunterseite wachsen sie häufig ganz oberflächlich oder sind nur mit ihrer Basis in die Epidermis eingesenkt und liegen unregelmäßig zerstreut. Am Scheitel besitzen die Fruchtkörper eine papillenförmige, seltener zylindrische, von einem rundlichen Porus durchbohrte Mündung, die von schwarzbraunen, bis 120 μ langen, zugespitzten Borsten umgeben ist. Die Fruchtkörperwand besteht aus wenigen Lagen von dunklen, derbwandigen, polyedrischen, leicht zusammengedrückten, 5 bis 15 μ großen Zellen. Die bitunikaten, 50 bis 75 $\times$ 14 bis 16 μ großen, parallelstehenden, gegen die Basis sackartig erweiterten Asci, sitzen mit einer fußförmigen Verlängerung der zarten Basalschicht auf und sind von hyalinen, fädigen Paraphysoiden umgeben. Die 16 bis 18 bis 21,5 $\times$ 6,5 bis 7 bis 8 μ großen, ellipsoidischen, dunkel-graugrünen bis braunen Sporen (Abb. 1 und Tab. 1) sind meist in bzw. leicht über der Mitte septiert und bei der Querwand etwas eingeschnürt.

Perithecia umbrina, globosa, 80—150 μ magnitudine principio aestatis ad maturitatem veniunt foliis emortuis per hiemem servatis, utraque parte

foliarum plus minusve immersa aut superficialia, gregatim aut dispersa. Perithecia apice ostiolo papilliforme, raro cylindraceo. Ostiolum circumdatum setis acutis, aterrimis, 120 μ longitudine. Paries peritheciorum paucis stratis cellularum umbrinarum, polyedricarum, leniter compressarum, 5—12 μ magnitudine compositus. Asci bitunicati, 50—70 × 14—16 μ magnitudine paralleli, base prolatione figura sacci et circumdati paraphysoidibus filiformibus, hyalinis. Sporae 16—21,5 × 6,5—8 μ magnitudine, ellipsoideae, cinereo — olivaceae aut brunneae, in media aut supra mediam septatae et leniter constrictae.

Hab. in foliis emortuis *Salicis helveticae* Vill., Albulapaß, Kt. Graubünden, 2. 7. 1959 (= Reinkultur Stamm ETH Nr. 2571).

Weitere Kollektionen: Aiguilles (Hautes-Alpes), Frankreich, 28. 6. 1958, leg. E. Müller; — Val Tuors, Kt. Graubünden, 1. 7. 1959 (= Stamm ETH Nr. 2587).

Die auf *Salix helvetica* gefundene Form unterscheidet sich von *Venturia chlorospora* nicht nur im natürlichen Vorkommen, sondern auch in Reinkultur (Tab. 1 und Abb. 1) eindeutig durch die größeren Sporen von graugrüner bis brauner Farbe. Eine konstante Abweichung in der Sporengröße konnte nur bei den Isolationen von *Salix helvetica* festgestellt werden. Physiologisch verhält sich dagegen die Art zum Teil wie *Venturia chlorospora*, wie durch die ähnliche Myzelzuwachsrate in Hefeextraktnährlösung gezeigt werden konnte (Abb. 6). Ihr Temperaturoptimum liegt, der alpinen Herkunft entsprechend, niedriger, bei 18 bis 21 °C. Ebenso bildet sie weder Hauptfruchtformen auf Hafermehlagar noch Nebenfruchtformen in allen geprüften Medien. Wahrscheinlich handelt es sich bei dieser Art um einen auf *Salix helvetica* spezialisierten Pilz.

c) *Venturia microspora* nov. spec.

Konidienform: keine.
Wirtspflanzen: *Salix nigricans* Sm., *Salix cinerea* L.

Die dunklen, rundlichen, 60 bis 80 μ großen Fruchtkörper reifen im Mai und Juni auf überwinterten Blättern. Sie stehen herdenweise, vorwiegend auf der Blattunterseite zusammen und sitzen basal in der Epidermis. Nährhyphen durchwuchern das Blattgewebe, wachsen aber teilweise auch gänzlich oberflächlich und bilden häufig eine subkutikuläre bis intraepidermale, stromatische Schicht. Die Fruchtkörper besitzen eine papillenförmige bis zylindrische Mündung, die von derben, schwarzbraunen, stacheligen Borsten umgeben ist. Die Fruchtkörperwand besteht aus einer oder wenigen Schichten von dunklen, 3 bis 5 μ großen, polyedrischen, leicht gestreckten Zellen. Die bitunikaten, 25 bis 35 × 7 bis 9 μ großen, keuligen oder unten sackartig erweiterten Asci stehen parallel zueinander und sind von hyalinen, fädigen Paraphysoiden umgeben. Sie sitzen mit einer fußförmigen Verlängerung einer zarten, kleinzelligen Basalschicht auf. Die durchscheinenden, hellgrünen, oblongen oder breit spindelförmigen Sporen sind meist etwas über der Mitte septiert, an der Querwand leicht eingeschnürt und messen 10 bis 11,5 bis 13 × 3,5 bis 4 bis 4,5 μ.

Perithecia umbrina, globosa, 60—80 μ magnitudine, fine veris ad maturitatum veniunt foliis emortuis per hiemem servatis, gregatim et base immersa.

Hyphae in parenchymo luxuriantur aut superficiales et stromata formantes. Perithecia apice ostiolo papilliforme raro cylindraceo. Ostiolum circumdatum setis acutis, aterrimis. Paries pertheciorum paucis stratis cellularum umbrinarum, polyedricarum, leniter compressarum, 3—5 μ magnitudine compositus. Asci bitunicati, 25—35 × 7—9 μ magnitudine, paralleli, base prolatione figura sacci et circumdati paraphysoidibus filiformibus, hyalinis. Sporae 10—13 × 3,5—4,5 μ magnitudine, pallide virides, oblongae et plerumque supra mediam constrictae.

Hab. in foliis emortuis *Salicis nigricantis* Sm., Aareaue bei Rubigen, Kt. Bern, 30. 5. 1959 (= Stamm ETH Nr. M 523).

Weitere Kollektionen:

Salix nigricans Sm., Aiguilles (Hautes-Alpes), Frankreich, 29. 6. 1958; — Val Tuors, Kt. Graubünden, 5. 8. 1958.

Salix cinerea L., de Thümen, Mycotheca universalis (sub. *Venturia chlorospora*), Sachsen, Deutschland, Mai 1874, leg. G. WINTER; — Moudon, Kt. Waadt, 10. 6. 1958, leg. R. CORBAZ; — Aareaue bei Rubigen, Kt. Bern, 30. 5. 1959 (= Stamm ETH Nr. M 525).

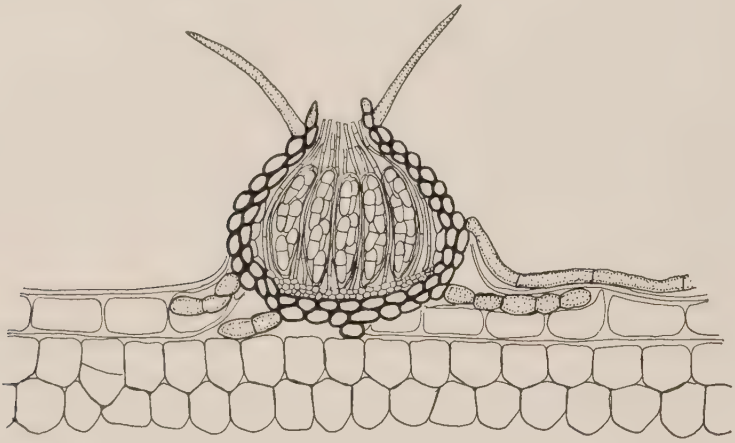


Abb. 5. Querschnitt durch einen Fruchtkörper von *Venturia microspora*. Vergr. etwa 500×

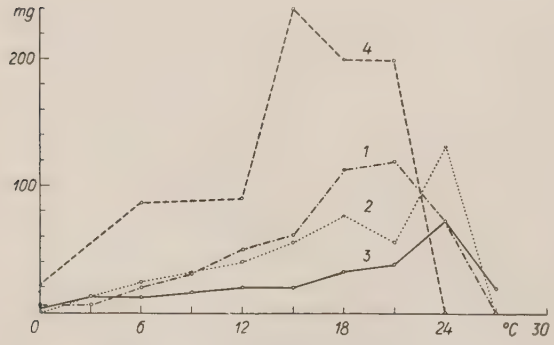


Abb. 6. Temperaturabhängigkeit des Myzelwachstums von 1. *Venturia helvetica*, 2. *Venturia microspora*, 3. *Venturia subcutanea*, 4. *Epipolaeum longisetum*

Diese sehr kleine Form (Abb. 5) konnte vorwiegend im Flachlande auf *Salix nigricans* und *Salix cinerea* gefunden werden. In ihrem Temperaturanspruch und Myzelwachstum verhält sie sich wie *Venturia chlorospora* (Abb. 6), unterscheidet sich außer den gesichert kleineren Sporenmaßen (Tab. 1) aber wiederum von ihr durch das Fehlen einer Konidienform sowie der

Bildung von Hauptfruchtformen auf Hafermehlagar. Infektionsversuche mit Ascosporen aus Reinkulturen auf ihrem Wirte *Salix nigricans* (Tab. 2) verliefen negativ, obwohl gleichzeitig durchgeführte Kontrollversuche mit Konidien der *Pollaccia*-Form deutlich hafteten. Diese Kleinart scheint sich deshalb, wie auch *Venturia helvetica*, vorwiegend saprophytisch zu entwickeln.

Innerhalb des Formenkreises der *Venturia chlorospora* zeigt sich eine deutliche Abnahme der Pathogenität vom fakultativen Parasiten bis zum spezialisierten Saprophyten.

3. Formenkreis der *Venturia saliciperda*

Die im wesentlichen der *Venturia chlorospora* entsprechenden Fruchtkörper enthalten achtsporige, bitunikate Asci mit hellgelbgrünen, durchscheinenden, kleinen, oblongen Sporen. Diese kommen in der Natur nur selten vor. Die den Weidenschorf verursachenden Konidienformen gehören in die Gattung *Pollaccia* Bald. et Cif.

***Venturia saliciperda* nov. spec.**

Konidienform: *Pollaccia* Bald. et Cif.

Bekannt als:

Pollaccia saliciperda (All. et Tub.) v. Arx — T. Pl.ziekten **63**: 233 (1957).

Septogloeum saliciperdum All et Tub. — All. et Schnabl, „Fungi bavarici" No. 485 (1895).

Fusicladium saliciperdum (All. et Tub.) Tub. — Arb. Biol. Abt. Land- und Forstw. Kaiserl. Gesundheitsamt **2**: 568 (1902).

Fusicladium saliciperdum (All. et Tub.) Lind — Ann. Mycol. **3**: 430 (1905).

Wirtspflanzen: *Salix pentandra* L., *Salix alba* ssp. *vitellina* (L.) Arcang., *Salix babylonica* L., *Salix cordata* Mühl., *Salix elegantissima* K. Koch.

Die braunwandigen, rundlichen bis birnenförmigen, 80 bis 120 μ großen Fruchtkörper besitzen an ihrem Scheitel eine meist zylindrische, seltener kegel- oder papillenförmige Mündung, die mit einigen dunklen, derben, leicht gekrümmten Borsten besetzt ist. Die Fruchtkörperwand besteht aus einer oder wenigen Schichten von braunen, polyedrischen, 4 bis 7 μ großen Zellen. Die zarten, bitunikaten Asci sind zur Basis hin etwas erweitert und sitzen mit einer fußförmigen Verlängerung einer hyalinen, feinzelligen Basalschicht auf. Sie stehen parallel, sind von fädigen, hyalinen Paraphysoiden umgeben und messen 35 bis 55 $\times$ 8 bis 12 μ. Die hellgelbgrünen, durchsichtigen, länglichen Sporen (Längen/Breiten-Index: 2,9; *Venturia chlorospora:* 2,1) (Abb. 1; Tab. 1) sind ein wenig oberhalb der Mitte septiert und an der Querwand leicht eingeschnürt. Sie messen 11,5 bis 12,5 bis 14 $\times$ 3,5 bis 4,5 bis 5 μ.

Die olivgrünen Konidienlager bilden sich während der Vegetationsperiode auf grünen Blättern und Jungtrieben aus. Sie durchbrechen rasenartig, hauptsächlich auf den Leitbündeln, die Epidermis und töten das umliegende Gewebe durch Nekrosenbildung ab. Die Konidien entstehen akrogen auf braunen, dickwandigen, zylindrischen oder leicht kegelförmigen Trägerzellen, welche einem zarten, anfänglich subkutikulären, später epidermalen Stroma aufsitzen. Die bräunlich-grünen, länglichen, tonnenförmigen, meistens in der oberen Hälfte einmal, seltener auch zweimal septierten Konidien sind an

den Querwänden geringfügig eingeschnürt, verjüngen sich zu beiden Enden hin und messen 16 bis 23 × 6 bis 9 μ. Die reifen Konidien werden von den Trägern abgeschnürt und durch neu entstehende verdrängt.

Perithecia umbrina, globosa, 80—120 μ magnitudine, in vitro invenienda solum. Perithecia apice ostiolo papilliforme. Ostiolum circundatum setis acutis, aterrimis. Paries peritheciorum paucis stratis cellularum umbrinarum, polyedricarum, leniter compressarum, 4—7 μ magnitudine compositus. Asci bitunicati, 35 × 55 × 8 — 12 μ magnitudine paralleli, base prolatione figura sacci et circumdati paraphysoidibus filiformibus, hyalinis. Sporae 11,5—14 × 3,5—5 μ magnitudine, pallide virides, oblongae et plerumque supra mediam constrictae.

Untersuchte Kollektionen (ausschließlich Konidienform):

Salix pentandra L.: Bayern, Tutzing am Starnberger See, Juli 1895, leg. v. TUBEUF (Typus von *Septogloeum saliciperdum* All. et Tub. ausgegeben in ALLESCHER et SCHNABL: Fungi bavarici, Nr. 485).

Bastardformen verschiedener *Salix*-Arten: bei Königstein (Sachsen), Juli 1901, leg. W. KRIEGER (ausgegeben in KRIEGER: Fungi saxonici, Nr. 2090); — TRANZSCHEL et SEREBRIANIKOW: Mycotheca Rossica, N. 146 (sub. *Fusicladium saliciperdum* [All. et Tub.] Lind), Prov. Charkow, distr. Fatesch, Rußland, Juni 1909, leg. A. POTEBNIA; — KABÁT et BUBÁK, Fungi imperfecti exsiccati, Nr. 642 (sub. *Fusicladium saliciperdum* [All. et Tub.] Lind), am Isreufer bei Turnau, Böhmen, 14. 7. 1909, leg. J. E. KABÁT; — F. PETRAK, Mycotheca generalis, Nr. 735 (sub. *Fusicladium saliciperdum* [All. et Tub.] Lind), Mähren, Sternberg, Juni 1926, leg. J. PISKOR.

Salix alba ssp. *vitellina* (L.) Arcang., Rüti, Kt. Zürich, 3. 7. 1930, leg. WIESMANN; — Dielsdorf, Kt. Zürich, 12. 6. 1939, leg. ZOBRIST; — Dielsdorf, Kt. Zürich, 3. 6. 1942, leg. H. ZOGG; — Katzensee bei Zürich, Kt. Zürich, 24. 9. 1958 (= Stamm ETH Nr. 2838).

Salix babylonica L., Katzensee bei Zürich, Kt. Zürich, 24. 9. 1958.

Salix cordata Mühl., Katzensee bei Zürich, Kt. Zürich, 24. 9. 1958 (= Stamm ETH Nr. 2836) (Typus).

Salix elegantissima K. Koch, Ackermannstraße, Zürich, 24. 9. 1958 (= Stamm ETH Nr. 2837).

ROSTRUP (1883) stellte den weiden- und pappelbewohnenden Konidienpilz zu *Fusicladium* und nannte ihn *Fusicladium ramulosum* (Desm.) Rostr., in der Annahme, daß es sich sowohl bei Pappeln als auch bei Weiden um die gleiche Form handle, welche DESMAZIÈRES (1852) als *Cladosporium ramulosum* auf *Populus alba* (leg. ROBERGE) beschrieb. ADERHOLD (1897) trennte dann die beiden Formen, nannte die weidenbewohnende *Fusicladium ramulosum* Rostr., ohne in Betracht zu ziehen, daß diese Bezeichnung zuerst für die Form auf Pappeln verwendet

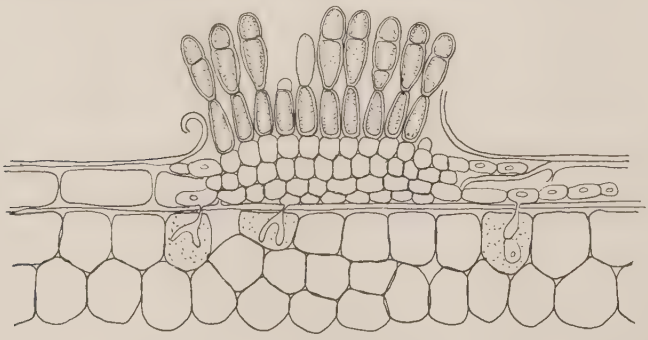


Abb. 7. Querschnitt durch ein Konidienlager von *Venturia saliciperda*. Vergr. etwa 500×

worden war. Die pappelbewohnende Form beschrieb er als *Fusicladium tremulae* Aderhold. Allescher und Schnabl (1895) gaben den Erreger des Weidenschorfes als *Septogloeum saliciperdum* All. et Tub. heraus. Von Tubeuf (1902) stellte diesen dann zu *Fusicladium* unter dem Namen *Fusicladium saliciperdum* (All. et Tub.) Tub. Lind (1905) diskutierte die nomenklatorischen Fragen dieses Pilzes, ließ jedoch die Publikation von von Tubeuf (1902) unberücksichtigt und bezeichnet daher die Konidienform des Weidenschorfes fälschlicherweise als *Fusicladium saliciperdum* (All. et Tub.) Lind. Von Arx (1957) reihte den Pilz nach Hughes (1953) in die Gattung *Pollaccia* Bald. et Cif. unter dem Namen *Pollaccia saliciperda* ein.

Kochmann (1929), Clinton und McCormick (1929) und von Arx (1957) konnten aus Reinkulturen von *Pollaccia saliciperda* keine Hauptfruchtformen erhalten und deshalb die von Aderhold (1897) vermutete Zugehörigkeit zu *Venturia chlorospora* nicht beweisen. Nach einer anderen Mitteilung wurden reife Ascusformen in Kultur erhalten, die sich jedoch von *Venturia chlorospora* unterschieden (Anonym. 1931). Die Unterschiede in der Merkmalsausprägung, wie die angewandten Methoden zur Gewinnung von Hauptfruchtformen wurden allerdings nicht angegeben.

Mit Hilfe der auf S. 332 beschriebenen Methoden gelang es erneut, die Hauptfruchtformen der *Pollaccia saliciperda* in Kultur zu erhalten. Sie unterscheiden sich sowohl in Sporengröße als auch in Farbe und Form von denjenigen der *Venturia chlorospora* und bilden auch aus Ascosporen in Kultur die *Pollaccia*-Nebenfruchtform (Abb. 8). Es besteht also kein Zweifel mehr, daß *Venturia saliciperda* einen von *Venturia chlorospora* eindeutig zu unterscheidenden Pilz darstellt. Hinsichtlich seiner physiologischen Eigenschaften bestehen ebenfalls Unterschiede. Die in Abbildung 4 gegebenen Resultate der Temperaturversuche beziehen sich auf Mehrspor-Isolationen von *Pollaccia saliciperda* und *Venturia chlorospora* der gleichen Wirtspflanze. Die Temperaturoptima liegen deutlich getrennt zwischen 18 und 21 bzw. 24 °C. Analog dazu divergieren auch die Myzelzuwachsraten. Ferner bildet *Venturia saliciperda* auf Hafermehlagar keine Hauptfruchtform. *Venturia saliciperda* stellt einen primären, sehr aggressiven Parasiten mit einem verhältnismäßig engen Wirtsspektrum dar.

Infektionsversuche, die der Klärung des Wirtskreises von *Pollaccia saliciperda* galten, führten Clinton und McCormick (1929) und Kochmann (1929) durch. Weitere Autoren befaßten sich mit den Befallsbildern der natürlichen Vorkommen, so von Tubeuf (1902), Schwarz (1922), Alcock (1924, 1926), Pape (1925), Brooks und Walker (1935), von Arx (1957). Als Hauptwirte werden von den Autoren kultivierte Weiden genannt, doch stößt man immer wieder auf Angaben, nach denen *Pollaccia saliciperda* auch auf weiteren Weidenarten festgestellt worden wäre. Eigene Beobachtungen in der Natur sowie Infektionsversuche (Tab. 2) zeigten jedoch, daß nur kultivierte Weiden, wie die Zierformen *Salix elegantissima, Salix babylonica, Salix alba* ssp. *vitellina,* Bastarde der Trauerweiden mit *Salix alba* und anderen Arten und die amerikanische Korbweide *Salix cordata* befallen werden. Zwei systematisch entfernte Gruppen, einerseits Arten der Untergattung *Amerina* Dum.,

die durch geringe Bastardierung mit den übrigen Weiden gekennzeichnet sind, andererseits die amerikanische Weide, *Salix cordata*, aus der Sektion *Hastatae* Fr., der Untergattung *Caprisalix* Dum. bilden den Wirtskreis. Auffallend ist, daß die einheimische *Salix alba*, der Hauptwirt von *Venturia chlorospora*, weder im Freilande noch in den Infektionsversuchen durch *Pollaccia saliciperda* befallen wurde. In der Literatur wird *Salix alba* auch als Wirt der *Pollaccia saliciperda* angeführt. POTEBNIA (1910) teilte mit, daß *Salix alba*-Bestände in Mittelrußland von dem Pilz stark geschädigt wurden. Entsprechendes Herbarmaterial aus dem Staatsherbarium München konnte untersucht werden. Krankheitsbild und pathogener Organismus entsprachen *Pollaccia saliciperda;* dagegen war der Wirt keine *Salix alba*, sondern eine ihrer Bastardformen mit einer anfälligen Weidenart aus derselben systematischen Untergattung. Analoge Feststellungen konnten bei weiterer Exsikkatdurchsicht gemacht werden. Diese Beobachtungen sowie die Infektionsversuche weisen darauf hin, daß die reine Spezies *Salix alba* von *Pollaccia saliciperda* kaum befallen wird.

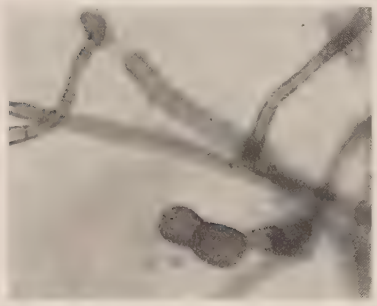


Abb. 8. *Pollaccia*-Nebenfruchtform auf Malzagar. Vergr. etwa 350×

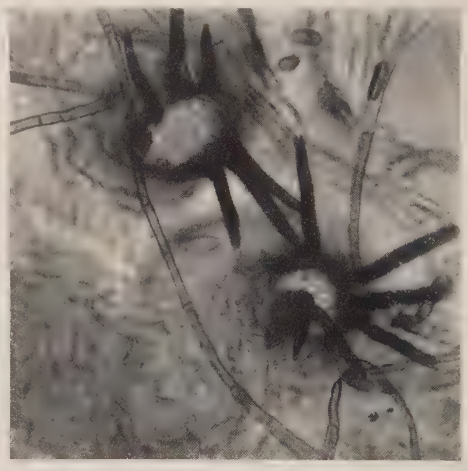


Abb. 9. Fruchtkörper von *Venturia saliciperda* auf Malzagar. Vergr. etwa 250×

Der Entwicklungsgang der *Venturia saliciperda* weicht von demjenigen der *Venturia chlorospora* ab. Während letztere in der Natur vorwiegend mit Hilfe ihrer Hauptfruchtform überwintert, ist bei *Venturia saliciperda* das Vorkommen der Hauptfruchtform auf Weiden bisher nicht bekannt (CLINTON und MCCORMICK 1929, Anonym. 1931, VON ARX 1957). KOCHMANN (1929) fand auf *Pollaccia*-befallenen Weiden ebenfalls Hauptfruchtformen, in Reinkulturen erhielt er aber Konidien, die seiner Beschreibung nach der *Fusicladium*form angehörten, und daher Nebenfruchtformen von *Venturia chlorospora* darstellten. Nach unseren Beobachtungen tritt *Venturia chlorospora*, wenn auch spärlich, auf den Wirten von *Venturia saliciperda* auf. Analog zu *Pollaccia radiosa*, der Konidienform von *Venturia macularis*, überwintert *Venturia saliciperda* in Myzelform (GREMMEN 1956). Die stromatischen Konidienlager auf jungen Zweigen beginnen bei feuchter Frühjahrswitterung zu sporulieren und übernehmen die Funktion primärer Infektions-

herde. So scheint im Entwicklungsgang der *Venturia saliciperda* die generative Vermehrung eine nur untergeordnete Rolle zu spielen.

4. Formenkreis der *Venturia subcutanea*

Die schwarzbraunen, kugeligen Fruchtkörper sind tief in das Blattgewebe eingelagert. An ihren die Epidermis durchbrechenden Mündungen sitzen schwarzbraune, schlanke, steif aufgerichtete, spitze Borsten. Die septierten Sporen sind langellipsoidisch, gelbbraun gefärbt und die Sporenoberfläche ist skulptiert. Nebenfruchtformen sind nicht bekannt.

Venturia subcutanea Dearn.
Mycologia **9**: 347 (1917)

Synonyme: *Mycosphaerella minor* var. *reticulata* Dearn. — Report of the Canadian Arctic Expedition 1913 — 18. IV: Botany. Part C: Fungi p. 7 (1923).
Konidienform: keine.
Wirtspflanzen: (des Typus) *Salix reticulata* L., (weitere) *Salix arctica* auct., *Salix herbacea* L., *Salix retusa* L., *Salix serpyllifolia* Scop.

Die dunklen, kugeligen bis birnenförmigen 100 bis 170 μ großen Fruchtkörper reifen im Frühsommer auf überwinterten, toten Blättern. Sie sind dem Blattgewebe meist tief eingelagert und stehen herdenweise zusammen oder sind unregelmäßig über die Blätter zerstreut. An der die Epidermis durchbrechenden papillenförmigen bis zylindrischen Mündung sitzen schwarzbraune, schlanke, steif aufgerichtete bis 200 μ lange und 6 bis 8 μ dicke, spitze Borsten. Die Fruchtkörperwand besteht aus einigen Lagen typisch dickwandiger, dunkelbrauner, polyedrischer, 8 bis 15 μ großer Zellen. Die bitunikaten, 50 bis 90 $\times$ 14 bis 17 μ großen, parallelstehenden, zur Basis hin ein wenig erweiterten Asci, sitzen mit einer fußförmigen Verlängerung einem zarten Hyphengeflecht auf und sind von hyalinen, fädigen Paraphysoiden umgeben. Die 17 bis 21,5 bis 24 $\times$ 5,5 bis 6,5 bis 9 μ großen, in oder meist etwas über der Mitte septierten und bei der Querwand leicht eingeschnürten, länglich-ellipsoidischen (mittlerer Längen/Breiten-Index: 3,2; *Venturia chlorospora:* 2,1) gelbbraunen, selten olivbraunen Sporen sind feindornig skulptiert und häufig von einer zarten, unbeständigen Schleimhaut umgeben.

Typus: *Salix reticulata* L., Kongengevik, N.-Alaska, Juni 1914, leg. F. Johansen.
Untersuchtes Material:

Von *Salix herbacea* L.: Lago bianco, Engadin, Kt. Graubünden, 30. 6. 1905, leg. J. Braun; — Albulapaß, Kt. Graubünden, 28. 7. 1949, leg. E. Müller; — Albulapaß, Kt. Graubünden, 2. 7. 1959 (= Stamm ETH Nr. 2829).

Von *Salix reticulata* L.: Kraemerigrat, Fürstenalp, Kt. Graubünden, 1. 7. 1902, leg. A. Volkart; — Schänzli, Fürstenalp, Kt. Graubünden, 4. 7. 1902, leg. A. Volkart; — Gizzihimmel, Fürstenalp, Kt. Graubünden, 16. 7. 1902, leg. A. Volkart; — Bockmattli, Wäggithal, Kt. Schwyz, 7. 6. 1903, leg. A. Volkart; — Seiseralpe, Südtirol, 25. 6. 1953, leg. E. Müller; — Pordoijoch, Südtirol, 28. 6. 1953, leg. E. Müller; — St. Moritz, Corviglia, Kt. Graubünden, 17. 7. 1953, leg. L. Wehmeyer et E. Müller; — Col d'Izoard, Casse desserte, Frankreich, 13. 6. 1954, leg. E. Müller; — Altein, Kt. Graubünden, 18. 7. 1958, leg. E. Müller; — Albulapaß, Kt. Graubünden, 2. 7. 1959 (= Stamm ETH Nr. M 527); — Welschtobel, Isla, Arosa, Kt. Graubünden, 14. 7. 1959, leg. E. Müller.

Auf *Salix retusa* L.: Albulapaß, Kt. Graubünden, 2. 7. 1959.

Auf *Salix serpyllifolia* Scop.: Albulapaß, 2. 7. 1959.

Venturia subcutanea stellt eine Pilzform der alpinen und nordischen Spalierweiden dar. In den Alpen findet man diese vor allem auf *Salix reticulata* (MÜLLER 1957) und *Salix herbacea*, weit seltener auf *Salix retusa* und *Salix serpyllifolia*. In den nördlichen Gebieten Amerikas kommt sie außer auf *Salix reticulata* auch auf einer nordischen Spalierweide, nämlich *Salix arctica* auct. vor (DEARNESS 1917, 1923, BARR 1959). Da dem Boden anliegende alpine Pflanzen sehr stark der Einstrahlungswärme ausgesetzt sind, müssen auch ihre Parasiten die oft hohen Temperaturen überdauern. So wächst auch *Venturia subcutanea* als einzige der geprüften Arten noch bei 27 °C und wird bei 33 °C wohl im Wachstum gehemmt, wächst jedoch ohne Schädigung bei niederen Temperaturen weiter (Abb. 6).

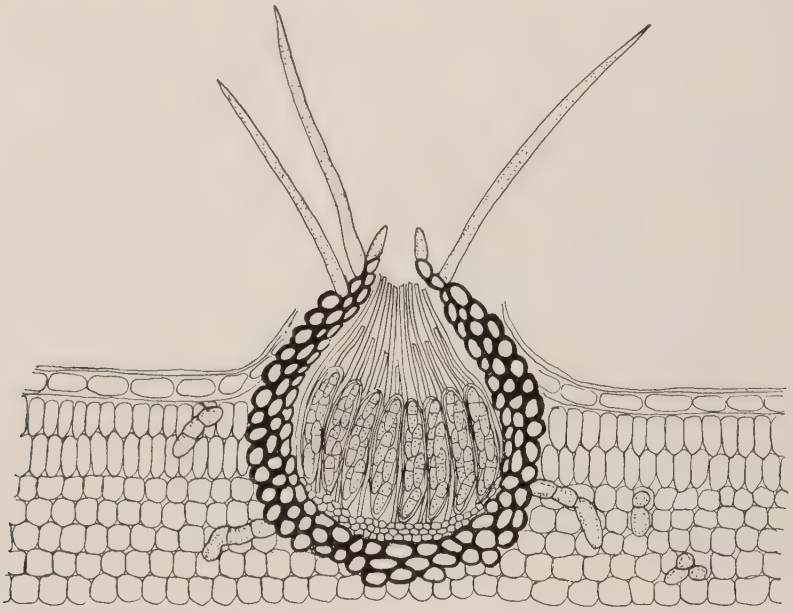


Abb. 10. Querschnitt durch einen Fruchtkörper von *Venturia subcutanea*. Vergr. etwa 250×

Das Myzel dieser Form zeigt manchmal helle, knollige, gemmenartige Bildungen und enthält häufig Öltropfen. *Venturia subcutanea* bildet wie *Venturia chlorospora* schon auf Malz- und Hafermehlagar, wenn auch spärlich, Fruchtkörper. Konidienformen konnten weder in Kultur gewonnen noch in der Natur gefunden werden. Wahrscheinlich lebt sie analog zu *Venturia helvetica* und *Venturia microspora* vorwiegend saprophytisch.

5. Formenkreis der *Epipolaeum longisetosum*

Die Fruchtkörper sitzen einem auf der Blattoberfläche spinnwebeartig ausgebreiteten Hyphengeflecht auf. Sie tragen lange, stark gekrümmte, dunkle, zugespitzte Borsten. Die glatten, septierten, ellipsoidischen Sporen sind von graugrüner Farbe. Nebenfruchtformen sind nicht bekannt.

Epipolaeum longisetosum (Volk.) **nov. comb.**

Synonyme:

Venturia longisetosa Volk. — Engl. bot. Jahrb. **47**: 513 (1912).
Raciborskiomyces polonicus Siemaszko — Acta Soc. Bot. Polon. **2**: 270 (1925).
Chaetyllis polonicus (Siemaszko) Clem. — Gen. of Fungi. 253 (1931).

Konidienform: keine.

Wirtspflanzen: *Salix appendiculata* Vill., *Salix caprea* L., *Salix foetida* Schleich., *Salix Waldsteiniana* Willd.

Die kugeligen, manchmal etwas niedergedrückten, 50 bis 90 μ großen Fruchtkörper sitzen einem spinnwebeartig über die Blattunterseite verteilten, aus braunen, septierten, verzweigten Hyphen bestehenden Polster auf und bilden mehr oder weniger ausgedehnte, rußige Überzüge auf lebenden und toten Blättern. Die papillenförmigen, von einem rundlichen Porus durchbrochenen Mündungen der Fruchtkörper sind von dunklen, derben, stark zurückgebogenen, bis 200 μ langen und 4 bis 6 μ breiten Borsten besetzt. Die Fruchtkörperwand besteht aus 1 bis 3 Lagen von braunen, eckigen, etwas länglichen 4 bis 9 μ großen Zellen. Die achtsporigen, parallelstehenden, bitunikaten, 35 bis 50 $\times$ 9 bis 13 μ großen Asci sind an der Basis etwas erweitert und sitzen einer zarten Basalschicht auf. Sie sind von fädigen — zur Reifezeit manchmal fehlenden — hyalinen Paraphysoiden umgeben. Die ellipsoidischen, glatten, in oder leicht über der Mitte septierten und bei der Querwand etwas eingeschnürten 11 bis 12,5 bis 15 $\times$ 4 bis 5 bis 6 μ großen Sporen sind graugrün gefärbt. Die obere Sporenzelle erwies sich in den meisten Fällen als etwas breiter im Vergleich zur unteren.

Untersuchtes Material:

Salix appendiculata Vill.: Seveler Berg, Kt. St. Gallen, 5. 6. 1958; — Oberiberg, Kt. Schwyz, 6. 7. 1958; — Val Tuors, Kt. Graubünden, 5. 8. 1958; — Val Tuors, Kt. Graubünden, 1. 7. 1959 (= Stamm ETH Nr. M 548).

Salix caprea L.: Fürstenalp, Kt. Graubünden, 28. 6. 1903, leg. A. Volkart; — oberhalb Leghetto, Nante, Kt. Tessin, 7. 5. 1944, leg. A. Volkart; — Straße nach Nante, Airolo, Kt. Tessin, 19. 5. 1944, leg. A. Volkart; — Cavia, Filisur, Kt. Graubünden, 3. 6. 1951, leg. E. Müller; — Aiguilles (Hautes-Alpes), Frankreich, 23. 6. 1958, leg. E. Müller (= Stamm ETH Nr. 2835).

Salix foetida Schleich.: Piz Alv, Bernina, Engadin, 8. 6. 1905, leg. J. Braun (Typus); — Aiguilles (Hautes-Alpes), Frankreich, 27. 6. 1958 (= Stamm ETH Nr. 2830); — Val Tuors, Kt. Graubünden, 4. 8. 1958; — Heutal, bei Berninahäuser, Engadin, Kt. Graubünden, 6. 8. 1958; — Alp d'il Chant, beim Val Tuors, Kt. Graubünden, 1. 7. 1959.

Salix Waldsteiniana Willd.: Fürstenalp, Kt. Graubünden, 16. 7. 1902, leg. A. Volkart; Hinterruck, Churfirsten, Kt. St. Gallen, 1. 7. 1951, leg. E. Müller; — Aiguilles (Hautes-Alpes), Frankreich, 27. 6. 1958.

Die Gattung *Epipolaeum* wurde von Theissen und Sydow (1918) aufgestellt und von Müller und v. Arx (Manuskript) neu umschrieben. Die von Volkart (1912) als *Venturia longisetosa* beschriebene Pilzart gehört wegen ihrer gänzlich oberflächlich gebildeten Perithezien in diese Gattung. Auf Grund der zu besprechenden Eigenschaften und Merkmale ist der von Siemaszko (1925) als *Raciborskiomyces polonicus* bezeichnete Pilz mit *Epipolaeum longisetosum* identisch.

Epipolaeum longisetosum steht den *Venturia*-Arten verwandtschaftlich sehr nahe. Der Pilz unterscheidet sich weder im Aufbau noch in der Bildung der Hauptfruchtformen wesentlich von ihnen. Die Fruchtkörperbildung in

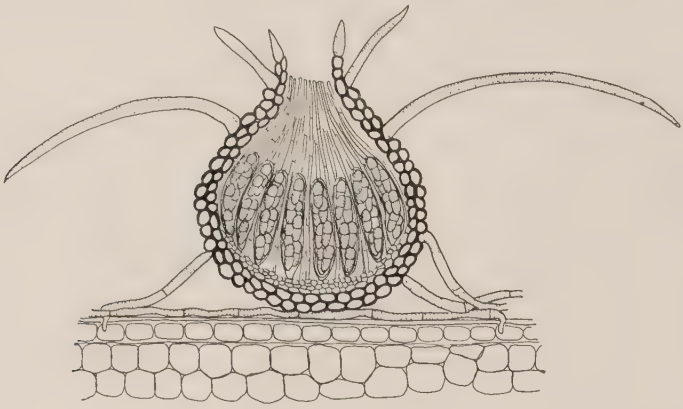


Abb. 11. Querschnitt durch einen Fruchtkörper von *Epipolaeum longisetosum*. Vergr. etwa 330×

Reinkulturen kann ebenfalls mit den für die *Venturia*-Arten geeigneten Methoden induziert werden. Physiologisch verhält sich diese Art insofern verschieden, als sie ein wesentlich tieferes Temperaturoptimum von 15 bis 18 °C, eine stärkere Empfindlichkeit gegen höhere Temperaturen und ein größeres Myzelwachstum aufweist im Vergleich zu den *Venturia*-Arten (Abb. 6). Auch biologisch lassen sich einige beachtenswerte Unterschiede erkennen. *Epipolaeum longisetosum* bildet seine Fruchtkörper fast ausschließlich auf der Blattunterseite. Die Perithezien werden aber sowohl auf den toten überwinterten als auch auf den lebenden Blättern gefunden. VOLKART (1912) beschrieb den Pilz auf abgestorbenen Blättern alpiner Weiden, doch gelang es mit den Infektionsversuchen nachzuweisen, daß er auch während der Vegetationsperiode Fruchtkörper auf den lebenden Blättern zu bilden vermag (Tab. 2). Damit konnte auch die morphologisch gleiche, aber auf lebenden Weidenblättern in Polen von SIEMASZKO (1925) als *Rasciborskiomyces polonicus* bezeichnete Form als *Epipolaeum longisetosum* identifiziert werden.

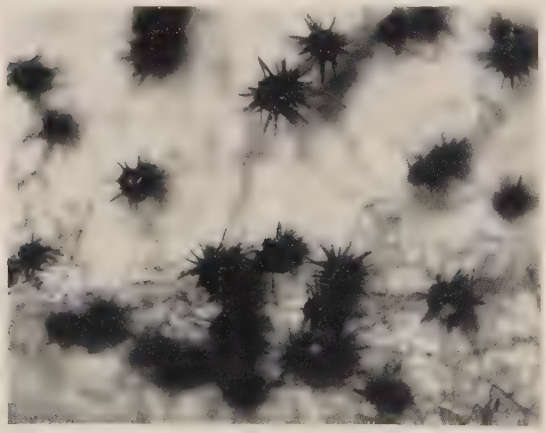


Abb. 12. Fruchtkörper von *Epipolaeum longisetosum* auf einem grünen Blatt von *Salix Waldsteiniana*. Vergr. etwa 55×

In toten Blättern durchwuchert der Pilz neben der oberflächlichen Ausbreitung der Hyphen das ganze Blattgewebe analog den *Venturia*-Formen. Auf den lebenden Blättern senkt der Pilz einige haustorienartige Fortsätze in die Epidermis (s. Abb. 11), jedoch treten nie echte nekrotische Reaktionen der Wirtszellen auf. Die befallenen Blätter vergilben und fallen frühzeitig ab. Vermutlich bezieht *Epipolaeum longisetosum* einen Teil der Nährstoffe aus Blattexsudaten. Auffallend ist bei diesem wenig ausgeprägten Parasitismus die enge Wirtsspezifität wie bei den saprophytischen Formen der *Venturia helvetica, Venturia microspora* und *Venturia subcutanea.* Experimentell wurden die beiden Vertreter der Sektion *Arbusculoideae* Fr., *Salix foetida* und *Salix Waldsteiniana,* ferner *Salix appendiculata* als Wirte nachgewiesen. In der Natur kommt der Pilz auch auf *Salix caprea* vor (Volkart 1912). Die Verbreitung von *Epipolaeum longisetosum* ist auf die subalpine und alpine Region beschränkt. Obgleich ihr Wirt *Salix caprea* auch in tiefen Lagen vorkommt, konnte der Pilz dort bisher nicht gefunden werden.

6. Auszuschließende Arten

a) *Venturia austro-germanica* Rehm

Rehm (1907) beschrieb *Venturia austro-germanica* auf toten Blättern von *Salix* spec. aus dem Tirol. Müller (1955) sammelte in den französischen Alpen auf *Salix reticulata* einen Pilz, den auch Barr (1959) auf *Salix arctica* und anderen nicht näher beschriebenen Weiden in Kanada fand. Beide stellten diese Form zu *Venturia austro-germanica.* Barr (1959) untersuchte die von Dearness (1917) als *Venturia subcutanea* und später (Dearness 1923) als *Mycosphaerella minor* var. *reticulata* bezeichnete Pilzform von *Salix reticulata* und identifizierte sie mit *Venturia austro-germanica.* Auf Grund einer Durchsicht des Typusmateriales von *Venturia austro-germanica* aus dem Reichsmuseum Stockholm konnte jedoch festgestellt werden, daß der Wirt falsch bestimmt und nun als *Vaccinium myrtillus* erkannt wurde.

b) *Venturia macrospora* Rostr.

Rostrup (1894) beschrieb auf *Salix groenlandica* auct., einer mit *Salix helvetica* Vill. verwandten, nordischen Weide *Venturia macrospora,* welche sich ebenfalls in den Sporendimensionen von *Venturia chlorospora* unterscheiden soll. Das eingesehene Typusmaterial wies jedoch nur eine Form von *Mycosphaerella Tassiana* auf; es ist aber denkbar, daß *Venturia helvetica* auch auf *Salix groenlandica* vorkommt.

Zusammenfassung

Auf Grund zahlreicher Kollektionen wurden die weidenbewohnenden *Venturiaceae* morphologisch untersucht. Ferner konnte an einer größeren Zahl von Isolationen auch ihr Verhalten in Reinkulturen studiert werden. Soweit als möglich wurden mit Hilfe von Infektionsversuchen die Wirtskreise verschiedener Arten umgrenzt. Besonders wurde die Erzielung von Hauptfruchtformen aus Reinkulturen angestrebt. Die erfolgreich angewandten Methoden wurden beschrieben.

So gelang es, die schon länger diskutierte Beziehung zwischen *Venturia chlorospora* (Ces.) Karst. einerseits und dem Konidienpilz *Pollaccia saliciperda* (All. et Tub.) v. ARX anderseits zu klären. Als Hauptfruchtform für *Pollaccia saliciperda* wurde ein ebenfalls zu *Venturia* gehörender, aber von *Venturia chlorospora* verschiedener Ascomycet gefunden und als *Venturia saliciperda* neu beschrieben.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus morphologischen Untersuchungen, Infektions- sowie Kulturversuchen lassen sich die bearbeiteten Pilzformen in sechs verschiedene Arten einteilen:

Venturia chlorospora	Konidienform: *Fusicladium*
Venturia helvetica	Konidienform: nicht bekannt
Venturia microspora	Konidienform: nicht bekannt
Venturia saliciperda	Konidienform: *Pollaccia*
Venturia subcutanea	Konidienform: nicht bekannt
Epipolaeum longisetosum	Konidienform: nicht bekannt

Summary

A large number of *Venturiaceae* specimens were collected from willows. They were investigated morphologically and their behaviour was studied in vitro. Artificial infections established the host range of the various species. Special stress was laid on the in vitro production of sexual forms; the methods successfully applied to this aim are described.

It was possible to elucidate the recently discussed relation between *Venturia chlorospora* (Ces.) Karst. and the imperfect fungus *Pollaccia saliciperda* (All. et Tub.) v. Arx. It was found that the sexual form of *Pollaccia saliciperda* actually did belong to the genus *Venturia*. This ascomycete, clearly different from *Venturia chlorospora*, is described as a new species called *Venturia saliciperda*.

On the basis of morphological investigations, infections, and in vitro experiments, the fungi studied in this paper can be attributed to six different species:

Venturia chlorospora	asexual form: *Fusicladium*
Venturia helvetica	asexual form: unknown
Venturia microspora	asexual form: unknown
Venturia saliciperda	asexual form: *Pollaccia*
Venturia subcutanea	asexual form: unknown
Epipolaeum longisetosum	asexual form: unknown

Literaturverzeichnis

ADERHOLD, R., 1897: Revision der Species *Venturia chlorospora, inaequalis* und *ditricha autorum*. Hedwigia **36**, 67—83.

ALCOCK, N. L., 1924: A dieback and bark disease of willows, attacking the young twigs. Trans. R. Scott. Arboricult. Soc. **38**, 128.

— —, 1926: Successional disease in plants as shown in willow rods. Trans. Brit. Mycol. Soc. **11**, 161—167.

ALLESCHER, A., und J. N. SCHNABL, 1895: Fungi Bavarici Exs. Cent V. Nr. 485.

Anonym, 1931: Report of the director for the year ending october 31, 1930. Connect. Agr. Exper. Stat. Bull. Nr. 322, 111—150.

Arx, J. A. von, 1957: Über *Fusicladium saliciperdum* (All. et Tub.) Lind. T. Pl.ziekten **63**, 232—236.

Backus, E. J., and G. W. Keitt, 1940: Some nuclear phenomena in *Venturia inaequalis*. Bull. Torrey Bot. Cl. **67**, 765—770.

Barr, E. M., 1959: Norther Pyrenomycetes. I. Canadian Eastern Arctis. Contr. Inst. Bot. Univ. Montréal **73**, 1—100.

Brooks, F. T., and M. M. Walker, 1935: Observations on *Fusicladium saliciperdum*. New Phyt. **34**, 64—67.

Buser, R., 1940: Kritische Beiträge zur Kenntnis schweizerischer Weiden. Ber. Schweiz. Bot. Ges. **50**, 567—780.

Butler, J. E., and S. J. Jones, 1949: Plant Pathology. Macmillan and Co., Ltd, London, 979 S.

Clinton, G. P., and F. A. McCormick, 1929: Conn. Agr. Exp. Stat. Nr. **302**, 443—469.

Day, P. R., D. M. Boone and G. W. Keitt, 1956: *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. XI. The Chromosome Number. Am. J. Bot. **43**, 835—838.

Dearness, J., 1917: New or noteworthy North American fungi. Mycologia **9**, 345—364.

— —, 1923: Report of the Canadian Arctic Expedition 1913—18. V. IV: Botany. Part C: Fungi 1—24.

Dennis, R. W. G., 1931: The black canker of willows. Trans. Brit. Mycol. Soc. **16**, 76—84.

Desmazière, J. B., 1852: Vingtième notice sur les plantes cryptogames. Ann. Sc. Nat. 3. sér. **18**, 355.

Fisher, E., 1957: A species of the genus *Venturia*, the ascigerous stage of *Fusicladium carpophilum* (Thüm.) Oud. Nature **179**, 1309.

Frey, C. N., 1924: The cytology and physiology of *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. Trans. Wisc. Acad. Sci., Arts and Letters **21**, 303—343.

Gäumann, E., 1949: Die Pilze. Grundzüge ihrer Entwicklungsgeschichte und Morphologie. Basel, 382 S.

— —, 1951: Pflanzliche Infektionslehre. Basel, 2. Aufl., 681 S.

Gremmen, J., 1956: Een blad en twijziekte von populieren veroorzaakt door *Venturia tremulae* en *Venturia populina*. T. Pl.ziekten **62**, 236—242.

Hansen, H. N., 1938: The dual phenomenon in imperfect fungi. Mycologia **30**, 442—455.

— —, and W. C. Snyder, 1947: Gaseous sterilization of biological materials for use as culture media. Phytopathology **37**, 369—371.

Heller, R., 1954: Les besoins minéraux des tissus en culture. Ann. Biol. **30**, 261—281.

Hughes, S. J., 1953: Some foliicolous Hyphomycetes. Canad. J. Bot. **31**, 560—576.

Janson, A., 1927: Über den Schorf und andere Korbweidenschädlinge. Nachr. über Schädlingsbek. **2**, 162.

Jones, F. R., 1914: Is the *Venturia* on the Wisconsin wild crab, *Pyrus coronaria*, identical with the *Venturia inaequalis* of the cultivated apple? Masters Thesis, University of Wisconsin.

Keitt, G. W., and D. H. Palmiter, 1938: Heterothallism and variability in *Venturia inaequalis*. Am. J. Bot. **25**, 338—345.

— —, and M. H. Langford, 1941: *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. I. A ground work for genetic studies. Am. J. Bot. **28**, 805—820.

— —, and J. R. Shay, 1943: *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. II. Genetic studies on pathogenicity and certain mutant characters. Am. J. Bot. **30**, 334—336.

Killian, K., 1917: Über die Sexualität von *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. Zeitschr. f. Bot. **9**, 353—398.

Kochmann, J., 1929: Studja biologiczne nad pasorzytem wierzby *Fusicladium saliciperdum* (All. et Tub.) Lind. Mém. Inst. Nat. Pol. d'Econ. Rur. à Putawy **2**, 555—573.

Küthe, L., 1935: Zur Infektion und Kultur des Apfelschorfes, *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. Gartenbauwissenschaft **9**, 405—520.

Lilly, V. G., and H. L. Barnett, 1951: Physiology of the fungi. London, 464 S.

Lind, J., 1905: Über einige neue und bekannte Pilze. Ann. Mycol. **3**, 427—432.

Linder, A., 1953: Planen und Auswerten von Versuchen. Basel. 182 S.

Loeffler, W., 1957: Untersuchungen über die Ascomyceten-Gattung *Dothidea* Fr. Phytopath. Z. **30**, 349—386.
Menon, R., 1956: Studies on *Venturiaceae* on Rosaceous Plants. Phytopath. Z. **27**, 117—146.
Müller, E., 1955: De quelques Ascomycètes rares ou nouveaux pour la France. Rev. Mycol. **20**, 3—11.
— —, 1957: Systematische Bemerkungen über einige *Venturia*-Arten. Sydowia **11**, 79—92.
— —, und J. A. von Arx, 1950: Einige Aspekte zur Systematik Pseudosphaerialer Ascomyceten. Ber. Schweiz. Bot. Ges. **60**, 329—397.
Nattrass, R. M., 1928: The *Physalospora* disease of the basket willow. Trans. Brit. Myc. Soc. **13**, 286—304.
Nusbaum, C. J., and G. W. Keitt, 1938: A cytological study of host parasite relations of *Venturia inaequalis* on apple leaves. J. Agric. Res. **56**, 595—618.
Pape, H., 1925: Der Pilz *Fusicladium saliciperdum* (All. et Tub.) Lind als Korbweidenschädling. Dtsch. Obst- u. Gemüsebau **71**, 327—328.
Potebnia, A., 1910: Beiträge zur Micromycetenflora Mittel-Rußlands. Ann. Mycol. **8**, 42—93.
Rechinger, K. H., 1957: Salicaceen-Weidengewächse. Hegi, Illustrierte Flora von Mitteleuropa **3**, 23—135.
Rehm, H., 1906: Beiträge zur Ascomycetenflora der Voralpen und Alpen. Österr. Bot. Z. **56**, 295.
Rostrup, E., 1883: Fortsatte Undersøgelser over Snyltesvampes Angreb paa Skovtraeer. Tidsskr. for Skovbrug. VI, 190.
— —, 1894: Ost-Grønlands Svampe. Medd. om Grønland **18**, 3—39.
Rudloff, C. F., 1935: *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. I. Der Einfluß des Nährbodens auf den Pilz und die Erhaltung seiner Pathogenität. Gartenbauwissenschaft **9**, 65—91.
Scheinpflug, H., 1958: Untersuchungen über die Gattung *Didymosphaeria* Fuck. und einige verwandte Gattungen. Ber. Schweiz. Bot. Ges. **68**, 325—386.
Schmidt, M., 1936: *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. VI. Zur Frage nach dem Vorkommen physiologisch spezialisierter Rassen beim Erregers des Apfelschorfes. 1. Mitt. Gartenbauwissenschaft **10**, 478—499.
Schwarz, M. B., 1922: Das Zweigsterben der Ulmen, Trauerweiden und Pfirsichbäume. Med. Phytopath. Lab. **5**, 33—49.
Schweizer, H., 1958 a: Beiträge zur Biologie des Kirschen- und des Pfirsichschorferregers (*Fusicladium cerasi* [Rabh.] Sacc., *Venturia cerasi* Aderh. und *Cladosporium carpophilum* v. Thüm.). Phytopath. Z. **33**, 55—98.
— —, 1958 b: Kulturansprüche des Kirschen- und des Pfirsichschorferregers (*Fusicladium cerasi* [Rabh.] Sacc. = *Venturia cerasi* Aderh. und *Cladosporium carpophilum* v. Thüm.) auf künstlichen Nährböden. Arch. Mikrobiol. **30**, 335—354.
Siebs, E., 1952: Über die Schorfanfälligkeit von Birnen und die Aussichten auf ihre Resistenzzüchtung. Phytopath. Z. **18**, 270—286.
Siemaszko, W., 1925: Ascomycetes. Acta Soc. Bot. Polon. **2**, 269—274.
Singleton, J. R., 1953: Chromosome morphology and the chromosome cycle in the ascus of *Neurospora crassa*. Am. J. Bot. **40**, 124—125.
Stoll, Ch., 1954: Über Stoffwechsel und biologisch wirksame Stoffe von *Gibberella fujikuroi* (Saw.) Wall., dem Erreger der Bakanaekrankheit. Phytopath. Z. **22**, 233—274.
Sydow, H., 1923: Mycotheca germanica. Ann. Mycol. **21**, 165—181.
Theissen, F., und H. Sydow, 1918: Vorentwürfe zu den Pseudosphaeriales. Ann. Mycol. **16**, 1—34.
Tubeuf, C. von, 1902: Das Triebsterben der Weiden. Arb. Biol. Abt. Land- und Forstw. Kaiserl. Gesundheitsamt **2**, 568—569.
Volkart, A., 1912: Pilze des Berninagebietes. Engl. Bot. Jahrb. **47**, 505—521.
Wilson, E. E., 1928: Studies of the ascigerous stage of *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. in relation to certain factors of the environment. Phytopathology **18**, 275—418.
Zobrist, L., und K. Bohnen, 1958: Eine Methode zur Massenproduktion einheitlicher, keimfähiger Konidien von *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. Phytopath. Z. **31**, 367—370.

Aus dem Phytopathologischen Institut der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
und der Biologischen Zentralanstalt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Institut für Phytopathologie Aschersleben
Direktor: Prof. Dr. M. Klinkowski

Zur Ätiologie einer Weichfäule des Chinakohls

Von

E. Hackel

Mit 9 Abbildungen

Inhalt: A. Einleitung. — B. Die Symptome der Weichfäule des Chinakohls. — C. Untersuchungen zur Ätiologie. 1. Histologische Untersuchungen; 2. Isolierungsversuche; a) Ausgangsmaterial, b) Nährböden, c) Isolierungsmethode, d) Isolierungsergebnisse; 3. Infektionsversuche an *Brassica pekinensis* Repr.; a) Infektionsmethode, b) Infektionsergebnisse; 4. Reisolierungsversuche; 5. Das Verhalten der Erreger in Reinkultur; a) Morphologische Merkmale, b) Kulturmerkmale, c) Biochemische Eigenschaften; 6. Die systematische Stellung der Weichfäuleerreger. — D. Untersuchungen über den Wirtskreis der Weichfäuleerreger. — E. Das natürliche Vorkommen der Erreger und ihre Lebensfähigkeit unter bestimmten Umweltbedingungen. 1. Der Boden als Infektionsreservoir für Weichfäuleerreger; a) Über die Lebensfähigkeit in nichtsterilem Boden, b) Über die Lebensfähigkeit in sterilem Boden, c) Versuche zur Isolierung der Erreger aus natürlichem Boden; 2. Pflanzenreste als Reservoir der Weichfäuleerreger; 3. Zur Lebensfähigkeit von *Erwinia aroideae* in sterilem Wasser; 4. Versuch über die Widerstandsfähigkeit der pathogenen Bakterien gegenüber Austrocknung. — F. Die Infektionswege. 1. Spaltöffnungen und Hydathoden als Eintrittspforten für die Weichfäuleerreger; 2. Das Wurzelsystem als möglicher Ausgangspunkt für die Erkrankung; 3. Mechanische Verletzungen und parasitogene Schadstellen als Eintrittspforten; a) Tierische Schädlinge, b) Schadstellen, die durch pflanzliche Parasiten entstehen. — G. Die Übertragung der Krankheitserreger. — H. Die Ausbreitung der Bakterien in der Pflanze. — I. Über den Einfluß äußerer Faktoren auf die Pathogenese. 1. Feuchtigkeit; 2. Temperatur. — J. Bekämpfungsmöglichkeiten. 1. Bodenentseuchung; 2. Bekämpfung der Schadinsekten; 3. Sonstige Maßnahmen. — Zusammenfassung. — Summary. — Literaturverzeichnis.

A. EINLEITUNG

In den letzten Jahren zeigte sich in Europa ein steigendes Interesse an einer in Ostasien beheimateten gärtnerischen Kulturpflanze, dem sogenannten Chinakohl (*Brassica pekinensis* Rupr.). Die Vorzüge dieser Gemüsepflanze bestehen u. a. in ihrem guten Geschmack, in einem hohen Vitamingehalt und

einer beachtlichen Eiweißwertigkeit. Daneben gehört der Chinakohl zu den schnellstwüchsigen Treibgemüsen, die wir kennen. Beachtung verdient ferner die für deutsche Verhältnisse ausgesprochene Eignung als Nachfrucht. Es sind daher seit einiger Zeit Bestrebungen im im Gange, durch züchterische Bearbeitung den Chinakohl als Gemüse- bzw. Ölpflanze in Deutschland heimisch zu machen.

Abb. 1. Durch Weichfäule vernichtete Chinakohlpflanzen eines Treibprüfungsversuches

Die züchterischen und pflanzenbaulichen Probleme werden seit mehreren Jahren im Institut für Pflanzenzüchtung Quedlinburg bearbeitet. Im Verlauf der dortigen Versuche trat eine unerwartete Schwierigkeit auf: 1955 vernichtete eine Weichfäule einen sehr hohen Prozentsatz der Versuchspflanzen (Abb. 1). Auch im folgenden Jahre entstand wiederum beträchtlicher Schaden, und zwar sowohl in Samenträger- als auch in Gemüsebeständen.

Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, diese unter deutschen Verhältnissen erstmalig beobachtete Krankheit des Chinakohls zu beschreiben und ihre Ursachen aufzuklären.

B. DIE SYMPTOME DER WEICHFÄULE DES CHINAKOHLS

Dem Verfasser standen auf dem Versuchsgelände des Instituts für Pflanzenzüchtung in Quedlinburg während der Vegetationsperiode 1956 und in den Frühjahrs- und Sommermonaten 1957 Freiland- und Gewächshauspflanzen zur Verfügung. Auf Grund systematisch durchgeführter Beobachtungen läßt sich folgendes sagen:

Eine von der Weichfäule befallene Kultur von *Brassica pekinensis* Rupr. kann dem Betrachter sehr verschiedene Bilder bieten. Neben typisch weichfaulen Pflanzen können andere mit ausgesprochenen Welkeerscheinungen auftreten. Hinzu kommen mannigfaltige Schäden durch Fraß- und Miniertätigkeit von Insekten.

Die Krankheit beginnt in allen Fällen damit, daß die befallenen Gewebe sich in charakteristischer Weise dunkel färben und wäßrig oder ölig aussehen, etwa wie infiltrierte Pflanzenteile. Diese Stellen befinden sich in einem breiigweichen, völlig desorganisierten Zustande, wobei gesunde und kranke

Bezirke scharf gegeneinander abgegrenzt sind. Die Auflösung schreitet in weitgehender Abhängigkeit von äußeren Faktoren (Feuchtigkeit, Temperatur) mehr oder weniger rasch weiter. Eine gesunde Pflanze kann unter günstigen Umständen schon nach wenigen Tagen in einen faulenden Brei verwandelt sein. Die Gewebe nehmen später meist eine gelbe bis braune Färbung an. Der typische Geruch nach faulendem Kohl tritt bei höheren Temperaturen an Pflanzen auf, die bereits in hohem Ausmaß zersetzt sind; frisch befallene sind frei davon.

Bei den Gemüsepflanzen fällt der Beginn der Krankheit im allgemeinen mit dem Zeitpunkt der Kopfbildung zusammen. Die ersten Anzeichen einer Fäule treten gewöhnlich in den Blattachseln und entlang der Mittelrippen der mittleren Blätter, seltener an Blatträndern oder Blattflächen auf. Mitunter werden nur einzelne Blätter zerstört. Bei feuchter Witterung breitet sich die Krankheit nach dem Zusammenschluß der äußeren Blätter im Innern der Köpfe aus. Nach einiger Zeit findet man beim Zurückschlagen der Außenblätter des Kopfes nur noch eine breiige Masse vor. Gelegentlich kommt es zu einem Einknicken des Kopfes an der Basis, wenn die Krankheit an dieser Stelle beginnt und einen sehr raschen Verlauf nimmt (Abb. 2). Die oberirdischen Teile der Gemüsepflanzen können vollständig verfaulen, demgegenüber bleiben Wurzel und Wurzelhals noch längere Zeit unversehrt. Samenträger zeigen starken Befall, wenn sie vor dem Blühen Köpfe ausbilden. Häufig fault der Herzteil mit den Anlagen der Blütenstandachse aus. Wird eine bereits entwickelte Sproßachse befallen, so kann die betreffende Pflanze umknicken (Abb. 2). Ältere Samenträger brechen infolge stärkerer Verholzung nicht um. Das Mark derartiger Pflanzen ist jedoch häufig in einen breiigen Zustand übergegangen.

Abb. 2. Pflanze, deren Herzteil mit den Anlagen zur Blütenstandsachse durch die Weichfäule zerstört wurde, die häufig die chlorophyllfreien, jungen, unverholzten Sproßachsen erfaßt

Den geschilderten Verlauf nimmt die Krankheit nur bei anhaltend günstigen Bedingungen. Als solche sind eine hohe Feuchtigkeit, verbunden mit Temperaturen über 20 °C, zu bezeichnen. Bei trockenem Wetter beginnen alle Teile der Pflanzen, deren Wasserbedarf infolge der durch die Krankheit verursachten Zerstörungen ungenügend gedeckt wird, zu welken und schließlich zu vertrocknen.

C. UNTERSUCHUNGEN ZUR ÄTIOLOGIE

1. Histologische Untersuchungen

In mikroskopischen Präparaten, die von frisch befallenen Pflanzenteilen hergestellt wurden, fand sich eine große Zahl lebhaft beweglicher, stäbchenförmiger Bakterien zwischen isolierten Zellen des Parenchymgewebes. Die Gefäßbündel waren unversehrt. Pilzhyphen konnten in frischem Untersuchungsmaterial nicht festgestellt werden. In frisch erkrankten Geweben schienen die erwähnten stäbchenförmigen Bakterien nahezu in Reinkultur vorzuliegen. In älterem Material traten in starkem Maße andere, sich durch Größe, Form und Beweglichkeit unterscheidende Mikroorganismen auf.

2. Isolierungsversuche

a) Ausgangsmaterial

Als Material für Isolierungsversuche dienten frisch erkrankte Pflanzenteile, insbesondere untere Abschnitte der Mittelrippen und weichfaule Sproßstücke. Es wurden stets Teile des angrenzenden gesunden Gewebes mit erfaßt. Die in den Monaten Juni, Juli und September 1956 gesammelten Proben stammten sowohl von Samenträgern als auch von Gemüsepflanzen.

b) Nährböden

Für die Isolierungsversuche kamen folgende Nährböden zur Anwendung:

Nähragar (nach LORD): 3 g Fleischextrakt, 5 g Pepton, 5 g Glukose, 20 g Agar, 1000 ml Aqua dest.
Pepton-Glukoseagar: 10 g Pepton, 10 g Glukose, 3 g K_2HPO_4, 1 g $MgSO_4$, eine Spur $FeSO_4$, 20 g Agar, 1000 ml Aqua dest.
Kartoffelsaftagar (nach SCHAAL): 200 g Kartoffeln werden in 500 ml H_2O gekocht. Dem Filtrat des Kochwassers setzt man 500 ml eines 4 %igen Wasseragars und 10 g Glukose zu.
Ammoniumphosphatagar: 2 g $NH_4H_2PO_4$, 3 g Fleischextrakt, 1 g Glykokoll, 5 g Glukose, 20 g Agar, 1000 ml Aqua dest.

Der pH-Wert wurde vor dem Sterilisieren auf 7,2 eingestellt. Die Sterilisation der in die Kulturgefäße abgefüllten Nährsubstrate erfolgte durch 15 min langes Erhitzen bei 120 °C. Da frisch isolierte Bakterien auf Nähragar und Ammoniumphosphatagar gut wuchsen, fanden diese Nährböden auch für die weitere Kultur der Stämme Verwendung. Die Bakterien zeigten während eines Jahres bei etwa vierwöchentlichen Übertragungen keine Verminderung ihrer Pathogenität.

c) Isolierungsmethode

Eine Oberflächensterilisation kommt für weichfaule Pflanzenteile nicht in Betracht. Die obersten verunreinigten Schichten der Gewebe wurden daher sorgfältig mit sterilen Präpariernadeln entfernt und kleine Mengen des Faul-

breies mit einer ausgeglühten Öse in steriles Leitungswasser überführt. Diese Bakteriensuspension diente zur Beimpfung der angegebenen Nährböden. Nach einer zweitägigen Bebrütungszeit konnte auf den im Ausstrichverfahren beimpften Platten ein gutes Wachstum festgestellt werden. Von allen auffindbaren Kolonietypen wurde eine Anzahl auf Schrägagarröhrchen abgeimpft. Aus zwei Tage alten Rohkulturen wurden mit Hilfe mehrmaliger Anwendung des Plattengußverfahrens nach Koch schließlich Reinkulturen gewonnen.

d) Isolierungsergebnisse

Es entwickelten sich in der Mehrzahl aller Fälle runde, glatte, feucht aussehende, schmutzigweiße Kolonien. Nur gelegentlich konnten stark abweichende Kolonien beobachtet werden, darunter solche mit Farbstoffbildung. Pilzkulturen traten kaum in Erscheinung. Aus sechs verschiedenen Serien von isolierten Stämmen wurden je 15 Stämme abgeimpft. Es standen demnach 90 Stämme für die weitere Untersuchung zur Verfügung.

3. Infektionsversuche an *Brassica pekinensis* Rupr.

Alle Bakterienstämme wurden nach der Isolierung in Infektionsversuchen auf Pathogenität gegenüber vier bis sechs Wochen alten Gewächshauspflanzen von *Brassica pekinensis* Rupr. geprüft.

a) Infektionsmethode

Nach mehreren Vorversuchen erwies sich folgende Methode als besonders geeignet: 2 Tage alte Schrägagarkulturen wurden mit etwa 10 ml sterilem Leitungswasser abgespült und diese Suspension mit Hilfe einer sterilen Pipette in die Blattachseln der Versuchspflanzen getropft, die zuvor an diesen Stellen durch drei leichte Nadeleinstiche verletzt worden waren. Die Testpflanzen blieben für die Dauer des Versuches in feuchten Kammern (Zimmertemperatur). Bestand die Gefahr des Austrocknens der Wunden, wurden durch Entfernen der jüngsten Blätter mit Hilfe eines Skalpells größere Wundflächen geschaffen.

Die Infektion erfolgte in diesen Fällen mit Hilfe von Watteröllchen, die mit der Bakteriensuspension getränkt waren.

b) Infektionsergebnisse

Nach ein bis zwei Tagen erschienen um die Einstichstellen in den Blattachseln stets wäßrige Flecke, die sich rasch ausbreiteten und bald die ganze Blattbasis erfaßten. Die Blätter knickten nach unten um, worauf die Fäule auf die Blattspreiten übergriff. Ihre Ausbreitung erfolgte längs der Blattnerven wesentlich rascher als im übrigen Blattgewebe. Die infizierten Pflanzen waren nach einigen weiteren Tagen vollständig verfault (Abb. 3), während die mit sterilem Wasser behandelten Kontrollen keinerlei krankhafte Veränderungen aufwiesen.

Abb. 3. Infektionserfolg an *Brassica pekinensis*, links Kontrolle

Bei den Infektionsversuchen ergab sich, daß von 78 geprüften Stämmen 62 Weichfäule mit allen typischen Symptomen bei *Brassica pekinensis* hervorriefen. Die acht ersten Stämme jeder Serie, insgesamt also 48 Stämme, wurden für eine nähere Untersuchung ausgewählt. Nur 16 Kulturen, darunter Farbstoff- und Sporenbildner, schieden als nichtpathogen aus.

4. Reisolierungsversuche

Die genaue Bestimmung ergab, daß die isolierten Erreger zwei verschiedenen Gruppen angehören (s. S. 367 ff.). Für je einen Vertreter dieser beiden Gruppen wurde eine Reisolierung durchgeführt. Für die übrigen Isolierungen wurde ein positiv verlaufener Infektionsversuch mit drei Wiederholungen als ausreichend für den Nachweis der Pathogenität angesehen. Die Methode entsprach der für die Isolierungen angewandten. Die reisolierten Bakterien waren mit den zur Infektion benutzten identisch, wie durch Bestimmung und Vergleich der wichtigsten morphologischen und biochemischen Eigenschaften nachgewiesen werden konnte. Die Reisolierung aus jungen, künstlich infizierten Versuchspflanzen erwies sich infolge leichteren Eindringens von Saprophyten als schwierig im Vergleich zur Isolierung von Bakterien aus vollentwickelten Pflanzen.

5. Das Verhalten der Erreger in Reinkultur

Für die genaue Kennzeichnung eines Bakteriums reichen morphologische Merkmale nicht aus. Es müssen vielmehr eine Reihe weiterer Merkmale herangezogen werden (MIEHE 1931, RIPPEL-BALDES 1952, SALLE 1948).

Die Systematik der Bakterien ist auch heute noch ein sehr umstrittenes Gebiet. Der Mehrzahl der bisher aufgestellten Systeme blieb infolge der ihnen anhaftenden Mängel und Schwächen eine allgemeine Anerkennung versagt. Größere Verbreitung fand die Klassifikation nach BERGEY (BREED u. a. 1948). Sie wurde in dieser Arbeit als Grundlage für die Bestimmung der Reinkulturen benutzt.

Die Ergebnisse bakteriologischer Untersuchungen sind in hohem Grade von der Zusammensetzung der Nährböden, der Methode und den Versuchsbedingungen abhängig. Die unterschiedlichen Angaben einzelner Autoren dürften — von der Möglichkeit der Bildung physiologischer Rassen unter

den Mikroorganismen abgesehen — zum großen Teil hierauf beruhen (Janke und Zikes 1928, Grismer 1951, Lord 1952, Hallmann 1952).

Die von mir benutzten Nährböden wurden — wie oben beschrieben — auf pH 7,2 eingestellt und anschließend sterilisiert. Die Bebrütung erfolgte, mit Ausnahme der Gelatinekulturen, bei 27 °C.

Die 48 ausgewählten Stämme konnten auf Grund ihres Verhaltens in Glukosebrühe in zwei Gruppen eingeteilt werden:

Gruppe A umfaßte 41 Stämme, die nur Säure bildeten, Gruppe B enthielt sieben Stämme, die sowohl Säure als auch Gas entwickelten (Tab. 1). Neun Vertreter der Gruppe A und drei Vertreter der Gruppe B, insgesamt also zwölf Stämme, konnten genau bestimmt werden.

Tabelle 1

Vergleich der Eigenschaften verschiedener Weichfäuleerreger

Fermentationsvermögen

Kohlenhydrate	*phytophthora*			*Erwinia carotovora*				*aroideae*				Stamm 1 bis 9	Stamm 10 bis 12
	B	I	S	B	D	I	S	B	D	I	S	Eigene Isolierungen	
Glukose	SG	SG	SG	SG	SG	SG		S	S	S		S	SG
Galaktose	SG		SG									S	SG
Glyzerin	—	SG	S	S	S	S		S	S	S	S	S	S
Lactose	SG	SG		SG	SG	SG		S	S	S		S	SG
Laevulose			SG	SG				S				S	SG
Maltose	SG		SG		—			S	S			S	S
Mannit	SG		SG	SG				S			S	S	SG
Mannose			SG		SG				S			S	SG
Saccharose	SG	SG	SG	SG	SG	SG		S	S	S		S	SG

Erläuterung: Die Tabellen 1 und 2 enthalten eine Gegenüberstellung der wichtigsten Eigenschaften von *Erwinia phytophthora, carotovora* und *aroideae* nach den Angaben verschiedener Autoren.

B nach Bergey (Breed u. a. 1948)
D nach Dowson (1939)
I nach Israilski (1955)
S nach Stapp (1956)

In den beiden Spalten rechts sind die Eigenschaften der eigenen Isolierungen angeführt.

SG = Säure- und Gasbildung
S = Säurebildung
P = Begeißelung peritrich
\+ = positiver Test
— = negativer Test
± = schwach positiver Test

a) Morphologische Merkmale

Zellform

Die isolierten Bakterien stellten durchweg Stäbchen mit abgerundeten Enden dar. Kettenbildung konnte bei allen Stämmen in Flüssigkeitskulturen beobachtet werden.

Größe der Zellen

Die Messungen erfolgten an Objektträgerausstrichen, die in Alkohol fixiert und anschließend fünf Minuten mit Gentianaviolett gefärbt wurden. Die geprüften Kulturen (Schrägagarkulturen) waren 24 Stunden alt. Für je einen Vertreter der beiden Hauptgruppen ergaben sich aus je 125 Längen- und Breitenmessungen folgende Mittelwerte:

Gruppe A			
mittlere Länge:	2,5 μ	Extremwerte:	1,3 bis 3,5 μ
mittlere Breite:	0,8 μ	Extremwerte:	0,7 bis 1,1 μ
Gruppe B			
mittlere Länge:	2,6 μ	Extremwerte:	1,5 bis 5,1 μ
mittlere Breite:	0,8 μ	Extremwerte:	0,7 bis 1,0 μ

Sporenbildung

Mit Hilfe von zahlreichen Färbungen konnten keine Sporen in den Bakterienkulturen festgestellt werden. Es wurde daher zur Prüfung auf Sporenbildung an zwei Wochen alten Kulturen der Hitzetest durchgeführt. Dazu wurden Röhrchen, die eine dünne Bakteriensuspension enthielten, für zehn Minuten in ein Wasserbad von 55 bis 70 °C eingestellt und danach mit steriler Nährbrühe gefüllt. Da innerhalb einer Woche keine Trübung in den Teströhrchen eintrat, ergab sich eindeutig das Fehlen von Sporen.

Gramfärbung

Die Gramfärbung wurde an lufttrockenen, alkoholfixierten Ausstrichen von 24stündigen Schrägagarkulturen mit Karbol-Gentianaviolett vorgenommen. Zur Gegenfärbung diente Karbolfuchsin. Die Bakterien erwiesen sich ausnahmslos als gramnegativ.

b) Kulturmerkmale

Agarkolonien

Die Kolonien auf Nähragar (Zusammensetzung s. S. 364) waren weiß bis schmutzig-weiß, feucht, glänzend, leicht erhaben, eben, erschienen bei schwacher Vergrößerung gleichmäßig fein gekörnt und bildeten keinen Farbstoff. Die Stämme 1 bis 9 (Gruppe A) opaleszierten im Durchlicht schwach bläulich. Ältere Kolonien dieser Gruppe bildeten regelmäßig pseudopodienartige Fortsätze aus (Abb. 4).

Verhalten in Brühe

Zusammensetzung: 3 g Fleischextrakt, 5 g Pepton, 1000 ml Aqua dest.

In Nährbrühe zeigte sich bereits nach 6 bis 8 Stunden eine deutliche Trübung, die nach 36 Stunden ihren höchsten Grad erreichte. Es trat keine Hautbildung, aber nach 2 bis 3 Wochen ein feinflockiger weißer Niederschlag auf.

Wachstum auf gekochten Kartoffeln und Möhren

Zylinderförmige, etwa 5 cm lange Kartoffel- und Möhrenstücke wurden in Röhrchen eingelegt und nach der Sterilisation an ihrem oberen Ende

beimpft. Auf Möhrengewebe zeigte sich nach zwei Tagen an einzelnen Stellen ein dünnes, feuchtes, milchigweißes Wachstum. Das Gewebe wurde langsam zersetzt. Auf Kartoffeln bildeten die Bakterien eine verhältnismäßig dicke weiße bis gelblich-weiße Schicht. Die einzelnen Stämme unterschieden sich kaum.

c) Biochemische Eigenschaften

Gelatineverflüssigungsvermögen

Zusammensetzung des Nährbodens: 3 g Fleischextrakt, 5 g Pepton, 150 g Gelatine, 1000 ml Aqua dest.

In Stichkulturen (18 bis 20 °C) entstand eine trichterförmige Verflüssigungszone, die nach etwa 6 Tagen den ganzen oberen Querschnitt der Röhrchen einnahm. Die Geschwindigkeit des Prozesses nahm mit der Zeit stark ab. Nach zwei bis drei Wochen zeigten sich in den Kulturröhrchen mit den Stämmen 1 bis 9 sackartige Ausstülpungen der bereits verflüssigten Schicht nach dem Boden zu. Die Form der Verflüssigungszone und des Verflüssigungsverlaufes war abhängig von der Bruttemperatur.

Verhalten gegenüber Lackmusmilch

Zubereitung: 5 g pulverisierter Lackmusfarbstoff wurde in 1000 ml Magermilch gelöst, dann je 5 ml der Flüssigkeit in Röhrchen abgefüllt und sterilisiert. Lackmusmilch zeigte bereits 24 Stunden nach der Beimpfung eine deutliche Rosafärbung (Säurebildung). Am zweiten und dritten Tage verschwand die rötliche Färbung (Reduktion des Lackmusfarbstoffes), um nach zwei bis drei Wochen wiederzukehren. Die Milch war nach drei Tagen geronnen; die Molke erwies sich als farblos und klar.

Peptonisierung der Milch

Auf Milchagarplatten (Mischung von Magermilch mit gleichen Teilen einer 4%igen Agarlösung) zeigten sich nach drei bis vier Tagen um die Kolonien der Stämme 1 bis 9 klare Hydrolysierungszonen (Abb. 4). Nach einer Woche waren die betreffenden Platten vollkommen durchsichtig. Die Stämme 10, 11 und 12 (Gruppe B) vermochten auch nach zweiwöchiger Bebrütung kein Kasein zu peptonisieren.

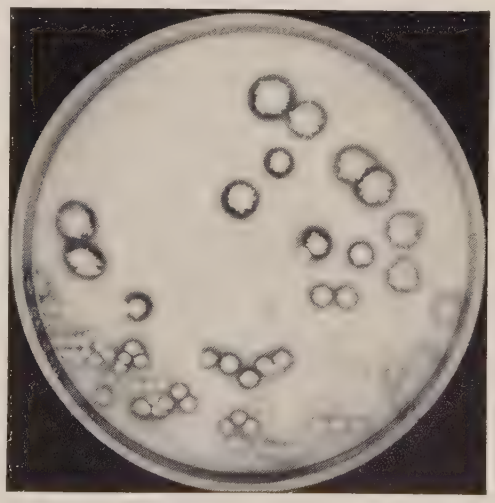


Abb. 4. Auf Milchagar gut sichtbar werdende Fähigkeit älterer Kolonien der Stämme 1 bis 9, pseudopodienartige Fortsätze auszubilden

Nitratreduktion

Als Testmedium diente ein Substrat folgender Zusammensetzung: 5 g Fleischextrakt, 5 g Pepton, 2 g KNO_3, 1000 ml Aqua dest. Bereits nach 24 Stunden konnte in allen Kulturröhrchen Nitrit nachgewiesen werden. Als Reagenzien für den Nachweis wurden α-Naphthylamin und Sulfanilsäure benutzt.

H_2S-Bildung

Auf Schwefelwasserstoffbildung wurden Stichkulturen in folgenden Nährböden geprüft: 3 g Fleischextrakt, 5 g Pepton, 20 g Agar, 1000 ml Aqua dest. Der Nachweis von H_2S erfolgte durch Zusatz von 0,02 % Pb $(CH_3COO)_2$. Alle Stämme zeigten durch schwache Braunfärbung H_2S-Bildung an.

NH_3-Bildung

Alle Bouillonkulturen (je 5 ml) zeigten bei Zusatz von 0,5 ml NESSLERS Reagenz nach 2, 4 und 6 Tagen eine schwache Gelb-, aber keine Braunfärbung; eine Ammoniakbildung lag somit nicht vor.

Indolbildung

Zur Feststellung der Indolbildung wurden 10 ml einer achttägigen Bouillonkultur mit 1 ml einer 0,02 %igen Kaliumnitratlösung versetzt und vorsichtig verdünnte Schwefelsäure hinzugefügt (1 : 3). Durch die Entstehung deutlicher rotbrauner Ringe an der Grenzschicht konnte Indolbildung nachgewiesen werden.

Katalase-Test

Eine lebhafte Gasentwicklung in 24stündigen Schrägagarkulturen, die mit 3 %igem Wasserstoffperoxyd überschichtet wurden, bewies das Vorhandensein von Katalase.

Methylrot- und Voges-Proskauer-Test

Für beide Teste wurde ein Medium folgender Zusammensetzung benutzt: 7 g Pepton, 5 g K_2HPO_4, 5 g Glukose, 1000 ml Aqua dest.

Für die Stämme 1 bis 9 (Gruppe A) zeigte sich nach Zusatz von vier Tropfen Methylrot (0,04%ige Lösung in 60%igem Alkohol) zu 10 ml einer viertägigen Kultur eine Gelb- bis Rosafärbung, jedoch keine Rotfärbung; bei den Stämmen 10, 11 und 12 (Gruppe B) trat eine rote Färbung auf. Der Test war somit für Gruppe A negativ, für Gruppe B positiv. Umgekehrte Verhältnisse ergaben sich beim Voges-Proskauer-Test. Bei Prüfung auf Acetylmethylcarbinol (Zusatz von 1 ml einer 5%igen alkoholischen α-Naphthollösung und 0,4 ml einer 40%igen KOH-Lösung zu 1 ml Kulturflüssigkeit) zeigte nur Gruppe A durch Bildung roter Ringe eine positive Reaktion.

Diastatische Aktivität

Auch nach achttägiger Kultivierung auf Nähragar mit einem Zusatz von 0,2 % löslicher Stärke war mit LUGOLscher Lösung keine Stärkehydrolysierung nachweisbar.

Fermentationsvermögen

Als Grundmedium zur Feststellung des Säure- und Gasbildungsvermögens diente eine Brühe folgender Zusammensetzung:

1 g Fleischextrakt, 5 g Pepton, 5 g NaCl, 1 ml Bromthymolblau (1,6%ige alkoholischer Lösung), 1000 ml Aqua dest. Diesem Substrat wurde jeweils 1 % der folgenden Kohlenhydrate zugesetzt: Glukose, Galaktose, Glyzerin, Lactose, Laevulose, Maltose, Mannit, Mannose und Saccharose. Das Medium wurde in Gärungssaccharometer abgefüllt und 10 Minuten auf 121 °C erhitzt. Dadurch ließ sich völlige Sterilität erzielen. Einer Zersetzung der Zucker wurde durch eine kurze Anheizzeit und eine rasche Abkühlung der Röhrchen in kaltem Wasser nach dem Sterilisieren entgegengearbeitet. Die mit Bakteriensuspensionen beimpften Teströhrchen wurden drei Wochen bebrütet. Bereits nach 24 Stunden zeigte der Bromthymolblau-Indikator durch Farbumschlag Säurebildung auf allen Nährmedien an, am schwächsten auf glyzerinhaltigem.

Für die Stämme 10, 11 und 12 konnte neben der Säurebildung eine Gasentwicklung auf allen geprüften Zuckern, außer Maltose, festgestellt werden. Die quantitativen Unterschiede waren unbedeutend.

6. Die systematische Stellung der Weichfäuleerreger

Die Bakterien lassen sich nach Bergeys Manual of Determinative Bacteriology (1948) auf Grund der gefundenen Eigenschaften leicht in die Familie der *Enterobacteriaceae* einordnen, von deren neun Gattungen nur die Gattung *Erwinia* phytopathogene Formen enthält. Hierher gehören auch die an vielen Kulturpflanzen Weichfäule erregenden Arten *Erwinia carotovora* (Jones) Holland und *E. aroideae* (Townsend) Holland.

Nach den vorstehenden Untersuchungen stimmt ein Teil der von mir isolierten Bakterien (Gruppe B) fast völlig mit *E. carotovora* überein (Tab. 1 und 2). Differenzen mit den Angaben mancher Autoren ergeben sich für den Diastase-Test, für die Indol- und H_2S-Bildung (Tab. 2) und für die von mir ermittelten etwas höheren Extremwerte der Bakterienlänge und -breite. Diese geringfügigen Abweichungen sind vermutlich auf unterschiedliche Bruttemperaturen zurückzuführen.

Die Mehrzahl der Isolierungen (Gruppe A) ähnelt *Erwinia aroideae*, die auf Kohlenhydraten Säure, aber nie Gas bildet und sich dadurch deutlich von *E. carotovora* unterscheidet (Tab. 1 und 2). Abweichungen ergeben sich nur für das Peptonisierungsvermögen, für die diastatische Tätigkeit sowie für die optimale Wuchstemperatur, die in der Literatur mit 30 bis 35 °C angegeben wird (Israilski 1955), für die eigenen Stämme dagegen bei 25 bis 27 °C lag.

Beim Vergleich der ermittelten Eigenschaften mit den über *Erwinia carotovora* und *E. aroideae* vorhandenen Literaturangaben ergibt sich, daß beide Bakterien als Erreger der in Deutschland an Chinakohl auftretenden Weichfäule anzusehen sind.

Diese Bakterien konnten bereits in China als Erreger einer Weichfäule isoliert werden (Hwang 1935). Wie Stapp (1956) schreibt, wurde *Erwinia aroideae* (Townsend) Holland 1904 aus Rhizomen von *Zantedeschia* isoliert.

Tabelle 2

Vergleich der Eigenschaften verschiedener Weichfäuleerreger

Biochemische und sonstige Eigenschaften

	Erwinia												Stamm 1 bis 9	Stamm 10 bis 12
	phytophthora			*carotovora*				*aroideae*						
	B	I	S	B	D	I	S	B	D	I	S		Eigene Isolierungen	
Gramfärbung		—	—	—		±	—	—			—		—	—
Sporen		—				—		—		—			—	—
Kapseln				—		—	—	—					—	—
Begeißelung	P		P	P			P	P			P		P	P
Kettenbildung		+		+						+			+	+
Milch														
Koagulation	+	+	+	+		+	+	+		+	+		+	+
Peptonisierung	+	—	—	±		—	—	—		—			+	
Reduktion von Lackmusfarbstoff	+		+	—				+		+			+	+
Diastase	—		—	—		+		±		+	±		—	—
Gelatineverfl.	+	+	+	+		+	+			+	+		+	+
Nitratreduktion	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+		+	+
H_2S-Bildung	—	+		—		+		+		+			±	±
NH_3-Bildung		—											—	—
Indolbildung	—	—	—	—		—	—	—		+			±	±
Methylrot-Test				+	+			—	—				—	+
V.P.-Test				—	—			+	+				+	—

Erläuterungen siehe Tabelle 1 (Seite 367).

Sie ist später wiederum an *Zantedeschia* (1928) sowie an Tabak (1933), in Finnland an Gewächshaustomaten (1932) und in Arizona an Melonen in stärkerem Maße als Krankheitserreger aufgetreten. *Erwinia carotovora* (Jones) Holland wurde 1901 in weichfaulen Möhren entdeckt. Der Erreger konnte daneben in zahlreichen anderen Pflanzen nachgewiesen werden.

Außer den genannten wurde von verschiedenen Autoren eine Reihe weiterer weichfäuleverursachender Bakterien isoliert, die sich aber nur unwesentlich von *E. aroideae* und *E. carotovora* unterschieden. Die Klassifikation der Naßfäuleerreger ist wegen ihrer großen Übereinstimmung noch sehr umstritten. STAPP (1956) gliederte *Erwinia carotovora* in eine besondere Gruppe „*Erwinia phytophthora*" ein. Er fand 1928 zwischen 128 Stämmen von Naßfäuleerregern der Kartoffel nur geringe morphologische, kulturelle und physiologische Unterschiede. Er unternahm es daher, eine Gruppe *Erwinia phytophthora* aufzustellen (nach dem am häufigsten gefundenen Erreger)

und auf Grund serologischer Befunde eine Gliederung in 9 Untergruppen vorzunehmen.

Erwinia aroideae wird im Zusammenhang mit der Gruppe nicht erwähnt. Dieses Bakterium unterscheidet sich durch das fehlende Gasbildungsvermögen auf Zuckerarten deutlich von den übrigen Naßfäuleerregern, ruft aber auch an *Solanum tuberosum* Schwarzbeinigkeit hervor (Hellmers und Dowson 1953) (s. a. Abschnitt D).

Außer Stapp treten auch Bonde (1939) sowie Hellmers und Dowson (1953) für die Aufstellung einer Gruppe ein, allerdings mit der Zuordnung zu *Erwinia carotovora*. Elrod (1942) glaubt aus fermentativen und serologischen Untersuchungen folgern zu können, daß zwei verschiedene Naßfäuleerreger existieren. Die von Stapp (1956) vorgenommene Einteilung scheint im Augenblick die bestbegründete zu sein. Die Anwendung serologischer Methoden war im Rahmen dieser Arbeit leider nicht möglich, so daß auf eine Eingliederung der isolierten Stämme in eine dieser Untergruppen verzichtet werden mußte.

D. UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN WIRTSKREIS DER WEICHFÄULEERREGER

Erwinia aroideae und *E. carotovora* besitzen, wie bereits erwähnt, einen großen Wirtskreis, der die verschiedensten Pflanzenfamilien, unter anderen Solanaceen, Cruciferen, Umbelliferen, Leguminosen, Compositen und Cucurbitaceen, umfaßt. Eine Aufzählung der wichtigsten Arten und Gattungen findet sich bei Stapp (1956). In eigenen Infektionsversuchen sollte geprüft werden, ob auch in diesem Merkmal Übereinstimmung der isolierten Bakterienstämme mit *E. aroideae* und *E. carotovora* besteht.

Infektionsmethode

Die Inokulation der Versuchspflanzen erfolgte in der oben beschriebenen Weise. Die Kontrollen wurden mit sterilem Leitungswasser behandelt. Kartoffeln, Möhren und Zwiebeln wurden halbiert und jeweils die eine Hälfte mit einer Bakterienaufschwemmung, die andere mit sterilem Wasser befeuchtet. Bei Tomatenfrüchten wurde mittels einer Öse eine kleine Menge Impfmaterial in eine mit einem sterilen Skalpell erzeugte Wunde übertragen. Die grünen Pflanzen wurden in den Herbstmonaten 1956 und in den Frühjahrsmonaten 1957 im Gewächshaus angezogen. Sie waren zu Versuchsbeginn vier bis sechs Wochen alt.

Resultate

Die Infektionsergebnisse an einer größeren Anzahl verschiedener Wirtspflanzen (Tab. 3) ähnelten im wesentlichen denen, die an *Brassica pekinensis* erzielt worden waren (Abb. 5). Die Pflanzen zeigten nach 1 bis 3 Tagen wäßrige Flecke um die Einstichstellen, die sich rasch ausbreiteten. Die Blätter infizierter Pflanzen sanken herab und wurden schnell durch die Fäule zerstört. Bei Tomate und Tabak wurden nur junge Pflanzen vollständig von der Fäule erfaßt, während bei älteren Pflanzen sich die Zerstörung auf die Blätter beschränkte. Bei Tabak und Pferdebohne ist eine auffällige Schwärzung der befallenen Gewebe zu erwähnen. Auf Salat kam die Infektion bald

zum Stillstand. Das Innere von grünen und reifen Tomatenfrüchten verwandelte sich bei 27 °C in 4 bis 5 Tagen in einen wäßrigen Brei (s. a. JONES 1901). Halbierte Kartoffelknollen gingen bei 27 °C bereits nach 24 bis 36 Stunden in eine cremeartige Masse über, die Schale blieb unzersetzt. Junges saftiges Möhren-, desgleichen Zwiebelgewebe wird ebenfalls sehr rasch aufgelöst. Die Symptome an Kartoffelpflanzen ähnelten den Merkmalen der Schwarzbeinigkeit. Die Infektion erfolgte durch Auflegen eines bakteriengetränkten Watteröllchens (Methode nach STAPP und SPICHER 1954/1955). Die Pflanzen wurden bei Zimmertemperatur in feuchte Kammern eingestellt. Eine Erweichung der Stengelteile wie bei anderen Pflanzen konnte nicht beobachtet werden.

Abb. 5. Infektionsversuch mit *Erwinia aroideae* (Townsend) Holland an Wirsingkohl, Tomate und Gurke. Die Pflanzen rechts wurden durch Nadelstiche in die Blattachseln verletzt, mit einer Bakteriensuspension behandelt und anschließend in feuchte Kammern bei Zimmertemperatur eingestellt. Die Kontrollpflanzen wurden mit sterilem Leitungswasser behandelt. Die Aufnahmen erfolgten nach 4 bis 6 Tagen

Tabelle 3

Verzeichnis der in Infektionsversuchen geprüften Pflanzen

Pflanze	Sorte	Infektionserfolg
Chinakohl a) *Brassica pekinensis*		+
Chinakohl b) *Brassica chinensis*		+
Weißkohl	Dithmarscher Früher	+
Weißkohl	Ruhm von Enkhuizen	+
Wirsingkohl	Vorbote	+
Wirsingkohl	Vertus	+
Blumenkohl		+
Rosenkohl	Fest und Viel	+
Rotkohl	Mohrenkopf	+
Rotkohl	Dauerrot	+
Kohlrabi	Weißer Wiener	+
Kohlrabi	Weißer Delikateß	+
Rettich	Münchner Bier	+
Rettich	Ostergruß	+
Rettich	Runder Schwarzer	+
Radies	Saxa Treib	+
Raps		+
Senf		+
Tomate	Eislebener Vollendung	+
Tomate	Lukullus	+
Tabak		+
Kartoffel		+
Möhre		+
Pastinake		+
Bohne		+
Pferdebohne		+
Gurken	Chinesische Schlangen	+
Gurken	Haynauer Schäl	+
Salat	Brauner Trotzkopf	±
Salat	Maikönig	±
Salat	Brauner Amerikaner	±
Salat	Winter-Butterkopf	±
Salat	Bautzener Dauerkopf	±
Salat	Attraktion	±
Zwiebel		+

E. DAS NATÜRLICHE VORKOMMEN DER ERREGER UND IHRE LEBENSFÄHIGKEIT UNTER VERSCHIEDENEN UMWELTBEDINGUNGEN

Für die Bekämpfung einer Infektionskrankheit ist die Kenntnis des Vorkommens ihrer Erreger von großer Wichtigkeit. Als Hauptinfektionsquellen für Weichfäuleerreger kommen in Betracht: der Boden, erkrankte Pflanzen und im Boden befindliche Teile von infizierten Pflanzen.

1. Der Boden als Infektionsreservoir für Weichfäuleerreger

a) Über die Lebensfähigkeit in nichtsterilem Boden

Eine kontinuierliche Infektkette ist unter mitteleuropäischen Verhältnissen nicht zu vermuten. Daher kann man eine saprophytische Phase zwischen zwei einzelnen Vegetationsperioden annehmen. Über die Lebensfähigkeit phytopathogener Bakterien im Boden liegen nur wenige und widersprechende Angaben vor. Viele Autoren behaupten, daß die phytopathogenen Bakterien wegen des Antagonismus der übrigen Mikroflora rasch absterben.

Nach WORONKEWITSCH (1948) sind *E. aroideae* und *E. carotovora* in nichtsterilem Boden nur 10 bis 15 Tage lebensfähig, wobei sich eine Abhängigkeit von Temperatur, Bodenart und Bakterienkonzentration ergibt. In sterilem Boden konnte die Lebensdauer bis zu neun Monaten betragen. Gewöhnliche Saprophyten, wie *Bacillus mesentericus* Trevisan, *B. mycoides* Flugge, *B. subtilis* Ehrenberg (Cohn) und *Bacterium prodigiosum* Schroeter, sollen keinen hemmenden Einfluß auf das Wachstum zeigen.

ROSENBAUM und RAMSEY (1918) glaubten, nachgewiesen zu haben, daß die Erreger der Knollennaßfäule der Kartoffel nicht im Boden überwintern. Demgegenüber konnte LEACH (1930) — allerdings an *Erwinia atroseptica* (= *E. phytophthora* = *E. carotovora*) — zeigen, daß sich bei Anwendung einer geeigneten Technik lebensfähige Erreger reisolieren lassen. Es scheint also, daß die Weichfäuleerreger durchaus im Boden lebensfähig sind und es nur an der jeweils benutzten Technik lag, wenn der Nachweis nicht erbracht werden konnte.

b) Über die Lebensfähigkeit in sterilem Boden

Eine Reihe von Autoren (WORONKEWITSCH 1948, LEACH 1930) weist darauf hin, daß *Erwinia aroideae* und *E. carotovora* auch in sehr trockenen sterilen Böden über ein Jahr lang lebensfähig bleiben. Zur Überprüfung dieser Angaben wurde Gartenerde in Mengen zu 50 g in Erlenmeyerkolben gefüllt und an drei aufeinanderfolgenden Tagen 20 Minuten bei 121 °C autoklaviert. Die anschließend vorgenommene Kontrolle (Trübungstest) ergab völlige Sterilität der Erde. Jeder Kolben wurde unter aseptischen Bedingungen mit 10 ml einer Suspension von *Erwinia aroideae* beimpft und bei 18 bis 22 °C bebrütet. Noch nach 5 Monaten wurden mit Hilfe des monatlich durchgeführten Trübungstestes lebensfähige Bakterien festgestellt. Sie wurden mikroskopisch und im Infektionsversuch geprüft.

c) Versuche zur Isolierung der Erreger aus natürlichem Boden

Die Isolierung eines bestimmten Bakteriums aus dem Boden gelingt am ehesten durch Anwendung selektiver Methoden, z. B. durch Benutzung von Spezialnährböden. Für die Gewinnung phytopathogener Bakterien macht man sich ihre Pathogenität zunutze und versucht, sie durch eine Pflanzenpassage zu isolieren. In Anlehnung an LEACH (1930) wurde folgende Methode zur Isolierung der Naßfäuleerreger benutzt: Sorgfältig in Leitungswasser gewaschene Kartoffelknollen wurden für 15 Minuten in eine 0,1%ige Sublimatlösung eingelegt, danach in 50%igem Alkohol abgespült und anschließend gründlich in sterilem Wasser gewaschen. Davon kamen 1 cm dicke Scheiben in sterile Petrischalen. Sie wurden dann mit 10 ml eines wäßrigen Bodenauszuges, die Kontrollen entsprechend mit sterilem Leitungswasser behandelt.

Nach einer Bebrütungszeit von drei bis vier Tagen war das Knollengewebe in den meisten Fällen in einen Faulbrei übergegangen. Mit Erdaufschwemmungen infiziertes Knollengewebe unterschied sich durch einen starken Fäulnisgeruch und braune, schwarze oder sogar rote Verfärbung sowie die blasig-schleimige Konsistenz des Faulbreies von Infektionen mit Reinkulturen. Isolierungsversuche ergaben unter 24 Kolonien zunächst nur eine einzige, die für *Brassica pekinensis* pathogen war und sich später als *Erwinia aroideae* erwies. Das Verfahren wurde deshalb dahingehend geändert, daß mit faulendem Material in mehreren Passagen frische Gewebe infiziert wurden.

Auf diese Weise konnten aus Ackererde (Vorjahrskultur: Kohl und Kartoffeln) mehrere Kulturen von Weichfäuleerregern isoliert, im KOCHschen Plattengußverfahren gereinigt, zur Infektion verwendet und identifiziert werden. Es handelte sich bei den isolierten Stämmen durchweg um *Erwinia aroideae*. Gasbildende Bakterien (*E. carotovora*) befanden sich unter der geringen Anzahl der untersuchten Stämme nicht. Durch derartige Versuche läßt sich die Anwesenheit von Weichfäuleerregern in fast allen Kulturböden nachweisen. Ihre Zahl schien durch die Einwirkung von Bodenantagonisten und Phagen gering zu sein.

2. Pflanzenreste als Reservoir für Weichfäuleerreger

Während ein Überleben der Weichfäuleereger in nichtsterilem Boden noch umstritten ist, wird allgemein Lebensfähigkeit in Pflanzenresten angenommen. Zu dieser Frage wurde nachstehender Versuch durchgeführt.

50 g in Würfel geschnittene Kartoffeln wurden in Erlenmeyerkolben mit 10 ml einer Suspension von *Erwinia aroideae* infiziert. Durch Übertragung von Faulbrei auf frisches, steriles Knollengewebe in Petrischalen ergab sich, daß die Weichfäuleerreger während einer Versuchsdauer von fünf Monaten (März bis Juli 1957) lebensfähig und virulent blieben.

3. Zur Lebensfähigkeit von *Erwinia aroideae* in sterilem Wasser

Mit sterilem Leitungswasser hergestellte, verdünnte Suspensionen von *Erwinia aroideae* wurden, zum Teil nach vorheriger Sonnenbestrahlung, unterschiedlich lange bei 27 °C aufbewahrt und dann auf Lebensfähigkeit durch Zusatz von Nährbouillon im Trübungstest und mikroskopisch geprüft. In allen Fällen — auch bei einer Versuchsdauer von 60 Tagen — konnte Lebensfähigkeit von *Erwinia aroideae* in sterilem Leitungswasser festgestellt werden. Eine 90 Minuten andauernde Sonneneinwirkung hatte keinen Einfluß auf das Ergebnis.

4. Versuch über die Widerstandsfähigkeit der pathogenen Bakterien gegenüber Austrocknung

Bakterienausstriche an der Innenwand steriler trockener Röhrchen, die bis zum völligen Austrocknen (etwa eine halbe Stunde) im Dunkeln aufbewahrt und dann nach bestimmten Zeitabständen mit steriler Nährbouillon gefüllt wurden, blieben laut Trübungstest zum Teil nur 15 Minuten lebensfähig. Eine Austrocknungszeit von 30 Minuten wurde in keinem Falle vertragen.

F. DIE INFEKTIONSWEGE

1. Spaltöffnungen und Hydathoden als Eintrittspforten für die Weichfäuleerreger

Die meisten phytopathogenen Bakterien können durch die Spaltöffnungen und Hydathoden in die Pflanzen eindringen.

Um festzustellen, ob diese Möglichkeit für Weichfäuleerreger bei *Brassica pekinensis* grundsätzlich besteht, wurden folgende Versuche durchgeführt:

a) Eine Anzahl vier bis sechs Wochen alter Gewächshauspflanzen wurde mit einer Bakteriensuspension besprüht und danach in feuchte Kammern eingestellt.

b) Die Blätter einer weiteren Anzahl wurden während einer Versuchszeit von einer Woche vollständig in eine Bakteriensuspension eingetaucht.

c) Einige Pflanzen wurden mit einer Bakteriensuspension infiltriert und danach ebenfalls in feuchte Kammern gebracht.

Die Versuchstemperatur variierte zwischen 18 bis 22 °C. Bei a) und b) konnten trotz mehrfacher Wiederholungen keinerlei Krankheitssymptome festgestellt werden, die nach c) behandelten Pflanzen zeigten dagegen bereits nach zwei Tagen deutliche Anzeichen einer Weichfäule. Die mit sterilem Wasser behandelten Kontrollen blieben normal. Demnach können Weichfäuleerreger unter bestimmten Bedingungen auch über die Spaltöffnungen

in die Pflanzen gelangen. Vermutlich sind jedoch derartige Bedingungen in der Praxis kaum zu erwarten. Die Bakterien können auf Grund der schweren Benetzbarkeit der Kutikula und infolge des Luftpolsters in den Atemhöhlen anscheinend nicht über die Stomata in die Pflanzen eindringen. Eher können die Bakterien, wie z. B. *Xanthomonas campestris* (Pammel) Dowson bei Kohlpflanzen, beim Rückgang der Transpiration mit dem Guttationswasser durch die Hydathoden vom Blatt eingesogen werden (Leach 1940). Im Freiland sind Anfangssymptome zwar selten an den äußeren Bezirken der Blätter aufgetreten, im Gewächshaus konnte dies dagegen häufiger festgestellt werden.

2. Das Wurzelsystem als möglicher Ausgangspunkt für die Erkrankung

Weichfäuleerreger sind offenbar nicht in der Lage, über Seitenwurzelanlagen oder Wurzelhaare, die sonst häufig von Pilzen und Wundparasiten als Eintrittspforte verwendet werden, in die Pflanzen zu gelangen. Wurzeln erkranken nie vor den oberirdischen Teilen an Weichfäule. Das Wurzelsystem bleibt im Gegenteil noch unversehrt, während die Blätter junger Pflanzen nahezu völlig verfaulen. Auch Versuchspflanzen, deren verletzte Wurzeln in eine Bakteriensuspension gestellt wurden, blieben gesund.

Das Wurzelgewebe scheint für eine Besiedlung durch die Weichfäuleerreger ungeeignet zu sein.

3. Mechanische Verletzungen und parasitogene Schadstellen als Eintrittspforten

Den bisher besprochenen Möglichkeiten kommt augenscheinlich nur eine geringe Bedeutung zu. Die wichtigsten Eintrittspforten stellen vielmehr Wunden dar, was bereits Jones (1901) für *Erwinia carotovora* feststellte. Schadstellen an Pflanzen können entstehen durch Witterungseinflüsse (Hagel, Wind), durch die Tätigkeit des Menschen (Pflege-, Ernte- und Transportarbeiten) sowie durch tierische Schädlinge und pflanzliche Krankheitserreger. Da die letztgenannten Ursachen den größten Anteil am Auftreten der Weichfäule des Chinakohls hatten, muß kurz darauf eingegangen werden.

a) Tierische Schädlinge

Die Krankheit nahm fast regelmäßig von Stellen ihren Ausgang, die Fraßspuren von Insektenlarven aufwiesen. Es erkrankten nicht alle durch Insekten geschädigten Pflanzen; jedoch ließ sich an weichfaulen Exemplaren fast immer Schädlingsbefall nachweisen, zum Teil wurden Larven und Puppen im Faulbrei gefunden. Fraßspuren und braungefärbte Miniergänge waren im allgemeinen an den fleischigen Mittelrippen festzustellen, und an den Blattbasen traten häufig oberflächige Beschädigungen auf. Samenträger, die Köpfe ausbildeten, ließen die gleichen Schäden und außerdem Larvenfraß in den Sproßachsen erkennen. An den genannten Stellen begann gewöhnlich die Fäule. Der Verlauf der Krankheit ließ sich von den ersten Insekten-

schäden bis zur völligen Zerstörung durch die Weichfäule nahezu lückenlos verfolgen (Abb. 6 und 7).

Pflanzen, die im Winter und im zeitigen Frühjahr im Gewächshaus gezogen wurden, waren frei von Insektenschäden und — trotz relativ hoher Temperatur und Feuchtigkeit — auch frei von Weichfäule. Pflanzen einer Frühjahrsaussaat, die ohne Kopfbildung sofort zur Blüte übergingen und beim Einsetzen des Insektenfluges schon voll entwickelt waren, wiesen ebenfalls keinen Weichfäulebefall auf. Die Krankheit trat erst ab Ende Mai (ausgepflanztes Material) und bis September und Oktober an Gemüsepflanzen im Freiland in Erscheinung. Die Ausfälle waren allerdings im Herbst, vermutlich wegen der niedrigen Außentemperaturen, gering.

Abb. 6. Chinakohlblatt mit Fraßspuren von Insektenlarven

Abb. 7. Entwicklung der Weichfäule von den ersten Insektenschäden bis zu der Vernichtung der Pflanzen

Es konnte festgestellt werden, daß es sich bei einem großen Teil der Schädlinge um Larven der Kohlfliege, *Phorbia brassicae,* handelte. Der Minierfraß in Mittelrippen und Sproßachsen ließ sich dagegen auf Larven von Kohltriebrüßlern (vermutlich *Ceutorrhynchus quadridens* Panz) zurückführen. An oder in faulenden Pflanzen traten daneben noch folgende Organismen auf: weitere Vertreter der Gattung *Ceutorrhynchus,* eine Reihe saugender Insekten, ferner Erdflöhe, Kohlweißlinge, Ohrwürmer, Schnecken, Asseln und Nematoden.

b) Schadstellen, die durch pflanzliche Parasiten entstehen

Meist schafft Tierfraß die Eintrittspforten für die Weichfäuleerreger, gelegentlich aber auch die Tätigkeit primärer pflanzlicher Parasiten. So konnte 1956 und 1957 in Gewächshäusern beobachtet werden, wie sich an Pflanzen bestimmten Alters die Spitzen der Blattzähne zunächst schwarz färbten und dann vom Rande her einrollten. Das Blattgewebe vertrocknete schließlich unter Gelbbraun- bis Schwarzfärbung (Abb. 8). Vom Zeitpunkt der Kopfbildung an entwickelte sich, sobald die „Blattrandfäule" bis ins Innere der Kohlköpfe vorgedrungen war, sehr rasch eine Weichfäule. In einem Treibprüfungsversuch wiesen von den noch nicht zerstörten 447 Pflanzen 171 (= 38,2 %) typische Symptome der „Blattrandfäule" auf, 137 Pflanzen (= 30,6 %) waren an Weichfäule erkrankt. Beide Formen traten häufig nesterweise auf. Die übrigen 139 Pflanzen zeigten erste Anzeichen der Blattrandfäule. Die Symptome der Blattrandfäule lassen auf eine Primärinfektion mit *Xanthomonas campestris* schließen. Dieses Bakterium kann durch Spaltöffnungen und Hydathoden in die Pflanzen eindringen und durch Regen, Wind und Insekten verbreitet werden. Günstig für die Entwicklung dieser Gefäßbakteriose sind hohe Luftfeuchtigkeit (über 50 %) und Temperaturen von 20 ° Celsius. Diese Bedingungen waren häufig gegeben.

Abb. 8. Erkrankung von Chinakohlpflanzen an Blattrandfäule (vermutlicher Erreger: *Xanthomonas campestris* Pammel). Die Krankheit begann mit einer Dunkelfärbung der Blattspitzen, der ein Einrollen der Blattspreiten vom Rande her folgte. Von einem bestimmten Stadium an war fast stets ein Übergang in Weichfäule festzustellen

G. DIE ÜBERTRAGUNG DER KRANKHEITSERREGER

Es ist nicht mit Sicherheit zu sagen, in welcher Weise sich die ersten Infektionen vollziehen. Vermutlich gelangen die Erreger mit Bodenteilchen oder mit darin enthaltenen Pflanzenresten in die verletzten Gewebe. Die weitere Ausbreitung von Pflanze zu Pflanze erfolgt vorwiegend durch Insekten, insbesondere Schadinsekten.

BONDE (1930), JOHNSON (1930), LEACH (1940) sowie GORLENKO und WORONKEWITSCH (1947) konnten z. B. *Erwinia carotovora* und *E. aroideae* von der Oberfläche der Eier und aus den inneren Organen der Kohlfliege isolieren. Nach chinesischen Untersuchungen können auch Erdflöhe und Larven von Blattkäfern die Krankheit übertragen. Neben Schadinsekten kommen noch zahlreiche andere Dipteren und Coleopteren als Überträger in Frage, z. B. *Drosophila*, Fliegen und Mücken, die durch den Geruch faulender Pflanzen stark angelockt werden. Der Insektenflug wird durch trockenes, sonniges Wetter, die Weichfäule durch feuchtwarme Witterung begünstigt. Wenn daher nach einer Periode stärksten Insektenfluges eine solche anhaltender Regenfälle einsetzt, muß bei geeigneten Temperaturen mit dem Entstehen von Epidemien gerechnet werden. Auf die Möglichkeit der Symbiose zwischen den Krankheitserregern und den Insekten, die das Zusammenspiel Schädling-Krankheitserreger in einem ganz neuen Licht erscheinen ließe, sei in diesem Zusammenhang kurz hingewiesen (BONDE 1930, JOHNSON 1930, LEACH 1931, 1933, BUCHNER 1949).

H. DIE AUSBREITUNG DER BAKTERIEN IN DER PFLANZE

Die Inkubationszeit beträgt bei *Brassica pekinensis* 1 bis 3 Tage. Wie Abbildung 9 zeigt, breitet sich die Weichfäule im Parenchymgewebe unter scharfer Abgrenzung vom gesunden Gewebe fast gleichmäßig in Richtung der Leitungsbahnen aus. Die mikroskopische Untersuchung läßt erkennen, daß sich die Erreger unter Auflösung der Mittellamellen interzellular ausbreiten, wobei die Zellen ihren Turgor verlieren; dadurch kommt das Aussehen weichfauler Gewebe zustande. Für die Auflösung der Gewebe sind von den Erregern ausgeschiedene Enzyme verantwortlich zu machen. Über den Chemismus dieses Vorganges scheint noch keine Klarheit zu herrschen. Man nimmt heute an, daß die Mazeration durch einen kombinierten Angriff von Pektinesterase und Polygalakturonase erfolgt (STAPP und SPICHER 1954/55).

Abb. 9. Ausbreitung der Weichfäule in einem herabhängenden Tabakblatt. Die von der Krankheit erfaßten Bezirke werden infolge Dunkelfärbung besonders gut sichtbar. Diese Art der Ausbreitung ist auch bei anderen Pflanzen zu beobachten

I. ÜBER DEN EINFLUSS ÄUSSERER FAKTOREN AUF DIE PATHOGENESE

1. Feuchtigkeit

Ausreichende Feuchtigkeit ist eine Grundbedingung für das Gelingen der Infektion. Es genügt nicht, daß die Erreger in die Wundstellen gelangen, sondern diese müssen längere Zeit von Wasser bedeckt sein. Dafür kommen zwei Gründe in Betracht:

Einmal die große Empfindlichkeit der Erreger gegen Austrocknen, zum anderen Sauerstoffabschluß, durch den die Wundkorkbildung im Wirtsgewebe verhindert wird. Bei reichlichem Vorhandensein von Feuchtigkeit im Boden und in der Luft kann es durch Ausscheidung von Guttationswasser zu einer Infektion über die Hydathoden kommen. Auch im weiteren Verlauf hängt die vollständige Entwicklung der Krankheit von genügender Feuchtigkeit ab, andernfalls kommt sie vermutlich infolge Wundkorkbildung zum Stillstand.

2. Temperatur

Der Temperatur kommt ebenfalls eine große Bedeutung zu. Schon Jones (1901) wies darauf hin, daß größere Verluste an Wurzelgemüse durch Weichfäule in Lagerräumen bei Temperaturen unter 10 °C nicht mehr zu erwarten sind. Bei 4 °C unterbleibt jede Vermehrung der Erreger. Eigene Beobachtungen zeigten, daß bei niedrigen Herbsttemperaturen die Ausfälle der Gemüsepflanzen trotz hoher Befallsdichte gering waren.

J. BEKÄMPFUNGSMÖGLICHKEITEN

Aus den bisherigen Versuchen und Beobachtungen geht hervor:

1. Als Reservoire für Weichfäuleerreger kommen der Boden, Pflanzenreste im Boden, infizierte Pflanzen und evtl. Insekten in Frage.
2. Die Bakterien sind in der Hauptsache auf Wunden als Eintrittspforten angewiesen (Wundparasiten).
3. Wunden entstehen in großer Zahl und an günstigen Stellen durch die Tätigkeit tierischer Schädlinge, insbesondere Insekten, die vermutlich gleichzeitig die wichtigsten Überträger der Krankheitserreger darstellen.
4. Die Erreger sind empfindlich gegen Trockenheit, sehr lange lebensfähig dagegen im Wasser.
5. Günstig für die Krankheit sind Temperaturen um 25 °C und eine hohe Feuchtigkeit.

Daraus folgt zunächst, daß sich zur Verhinderung der Krankheit zwei grundsätzlich verschiedene Wege einschlagen lassen:

1. Direkte Maßnahmen gegen die Erreger.

2. Verhinderung des Zusammentreffens von Erreger und Wirt (Verhinderung der Infektion).

Im ersten Fall handelt es sich im wesentlichen darum, die Erreger im Boden abzutöten. Der zweite Fall läuft auf eine Bekämpfung der für die Erzeugung von Wunden und die Übertragung in Betracht kommenden Insekten hinaus.

1. Bodenentseuchung

Die Vernichtung der Weichfäuleerreger kann durch Bodenentseuchung mit Formalin oder durch Bodendämpfung erfolgen. Für die Behandlung mit Formalin ist eine genügende Durchfeuchtung des Bodens erforderlich. In Gewächshäusern wird sich diese Art der Bekämpfung ohne weiteres durchführen lassen. Sie dürfte sogar unentbehrlich werden, sofern eine Verseuchung mit *Xanthomonas campestris* vorliegt. Im Freiland ist ihr Wert wegen der ständig möglichen Neuinfektion fraglich. Eine Bodenentseuchung müßte daher mit einer Bekämpfung der Schadinsekten verbunden werden.

2. Bekämpfung der Schadinsekten

Eine sorgfältig durchgeführte Insektenbekämpfung ist die wirksamste Maßnahme zur Eindämmung der Weichfäule unter Freilandbedingungen. In den modernen Insektiziden stehen uns geeignete Mittel hierfür zur Verfügung. Von chinesischen Autoren wurden in den Jahren 1953 und 1954 Anfang September und Anfang Oktober Feldversuche mit HCH, DDT und Derrispräparaten durchgeführt. Das Stäuben mit HCH hatte die beste Wirkung. Die Zahl der Erkrankungen sank auf 14 % (Kontrolle 44 %) und 6,6 % (Kontrolle 15,2 %). Die Erträge stiegen 1953 um 87 % und 1954 um 37 % (CHIU WEI-FAN, YUFN CHIH-SUN und WANG CHI-KAI 1955). Die Bekämpfungsmaßnahmen haben sich unter unseren Verhältnissen vorwiegend gegen Kohlfliege und Kohltriebrüßler zu richten. Resultate aus Feldversuchen mit *Brassica pekinensis* liegen noch nicht vor. Als richtungweisend können jedoch die interessanten Ergebnisse betrachtet werden, die NOLTE (1954) durch Bodenbehandlung mit Ruscalin, allerdings für die Blumenkohlsorte „Erfurter Zwerg", erzielte. Die Behandlung ließ einen überraschenden Bekämpfungserfolg gegen Blattschädlinge erkennen, der vermutlich auf einer systemischen Wirkung des Hexamittels beruht.

3. Sonstige Maßnahmen

Neben der direkten Vernichtung der Erreger und der Bekämpfung der Überträger können noch andere Maßnahmen ergriffen werden. So dürfte es zweckmäßig sein, Gemüse vor der Einlagerung oberflächlich abtrocknen zu lassen und bei Temperaturen von weniger als 10 °C zu lagern. Außerdem ist

zu empfehlen, kranke Pflanzen und deren Reste vom Felde zu entfernen und Flächen, auf denen die Weichfäule in starkem Maße aufgetreten ist, erst nach drei bis fünf Jahren wieder mit Kohl zu bestellen. Israilski (1955) schlägt vor, Leguminosen oder Getreide nach Kohl und Rüben anzubauen. Chinesische Versuche ergaben, daß unter 87 geprüften Sorten bedeutende Resistenzunterschiede vorhanden waren (Chiu Wei-Fan, Chang Chi-Tseng und Tao Kuo-Hwa 1955).

Zusammenfassung

1. Es werden die Symptome einer in Deutschland erstmalig an *Brassica pekinensis* beobachteten Bakterienweichfäule beschrieben.

2. Als Erreger dieser Krankheit konnten *Erwinia aroideae* und *E. carotovora* isoliert werden.

3. Festgestellt wurde:

a) Die Weichfäuleerreger sind in den meisten Kulturböden anzutreffen.

b) Sie bleiben in sterilem Boden lange Zeit lebensfähig.

c) Die Bakterien behalten in sterilem Wasser und in Pflanzenresten ihre Lebensfähigkeit über einen längeren Zeitraum.

d) Sie sind empfindlich gegen Austrocknung.

4. Als Eintrittspforten dienen den Weichfäuleerregern Verletzungen jeglicher Art, vor allem solche, die durch parasitische Tiere und pflanzliche Mikroorganismen verursacht werden.

5. Die Übertragung der Krankheit geschieht vermutlich in der Hauptsache durch Insekten.

6. Vorbedingung für das Entstehen größerer Schäden ist das geeignete Zusammentreffen bzw. die Aufeinanderfolge dreier Faktoren:

a) Starke Schadtätigkeit der Insekten,

b) ausreichende Feuchtigkeit,

c) der Entwicklungszustand der Pflanzen.

7. Die Abwehrmaßnahmen bestehen vor allem in einer zweckmäßigen Insektenbekämpfung. Daneben dürfte in gewissen Fällen die Bodenentseuchung von Bedeutung sein. Es ist dafür zu sorgen, daß die Erreger in Mieten und Lagerräumen solche Bedingungen antreffen, die für ihre Entwicklung ungünstig sind (geringe Feuchtigkeit, tiefe Temperaturen).

Summary

The etiology of a rot of Chinese cabbage

1. The symptoms of a bacterial rot of *Brassica pekinensis* found for the first time in Germany are described.

2. *Erwinia aroideae* and *E. carotovora* were isolated as pathogens of this disease.

3. It was established that:

a) The pathogens of the rot are to be found in most cultivated soils.

b) They remain viable for long periods in sterile soil.

c) The bacteria retain their viability for a prolonged period in sterile water and in plant remains.

d) They are sensitive to drying.

4. The pathogens of the rot gain entry through wounds of all kinds, particularly those caused by parasitic animals and plant microorganisms.

5. The transmission of the disease is apparently effected mainly by insects.

6. A prerequisite for serious damage is the favourable coincidence or succession of the following three factors:

a) High incidence of insect attack,

b) Ample humidity,

c) The developmental stage of the plant.

7. The defence measures consist principally in suitable control of insects. In addition to this in certain cases it may be important to disinfect the soil. Care should be taken to ensure that conditions in clamps and storage chambers are unfavourable for the development of the pathogens (low humidity, low temperatures).

Literaturverzeichnis

BONDE, R., 1930: The cabbage maggot as a disseminating agent of bacterial rots in the crucifers. Phytopathology **20**, 128.

*— —, 1939: The role of insects in the dissemination of potato blackleg and seedpiece decay. J. agric. res. **59**, 889—917.

BREED, R. S., E. G. D. MURRAY and A. P. HITCHENS, 1948: BERGEY's Manual of determinative Bacteriology. Williams and Wilkins Comp., Baltimore, 6. Aufl.

Buchner, P., 1949: Symbiose der Tiere mit pflanzlichen Mikroorganismen. Sammlung Göschen, Heft 1128, Berlin.

Chiu Wei-Fan, Chang Chi-Tseng and Tao Kuo-Hwa, 1955: Varietal resistance of *Brassica pekinensis* Rupr. to bacterial soft rot. Acta phytopath. sinica **1**, 68—69.

— —, Yuen Chih-Sun and Wang Chi-Kai, 1955: Effect of insect control of the development of the soft rot chinese cabbage in the field. Acta phytopath. sinica **1**, 77—78.

Dowson, W. J., 1939: On the systematic position and generic names of the gram negative bacterial plant pathogens. Zbl. Bakt. II, **100**, 183—193.

*Elrod, R. P., 1942: Serological studies of *Erwiniae*. II. Soft-rot group; with some biochemical considerations. Bot. gaz. **103**, 266—279.

*Gorlenko, M. W., und J. V. Woronkewitsch, 1947: Die Erforschung der schleimigen Bakteriose des Kohls. Mikrobiologie **16**, 307—314 (russ.).

Grismer, A., 1951: Laboratory manual for general bacteriology. Burgess Publ. Comp., Minnesota.

Hallmann, L., 1952: Bakteriologie und Serologie. Thieme, Stuttgart, 2. Aufl.

*Hellmers, E., and W. J. Dowson, 1953: Further investigations of potato blackleg. Acta agric. scandin. **3**, 103—112.

*Hwang, L., 1935: A preliminary study on bacterial soft rot of *Brassica pekinensis* and other vegetables in China. Coll. agric. Univ. Nanking Bulls. (N. S.) Nr. 33.

Israilski, W. P., 1955: Bakterielle Pflanzenkrankheiten. Deutscher Bauernverlag, Berlin.

Janke, A., und H. Zikes, 1928: Arbeitsmethoden der Mikrobiologie. Steinkopf, Dresden und Leipzig.

Johnson, D. E., 1930: The relation of the cabbage maggot and other insects to the spread and development of soft rot of crucifers. Phytopathology **20**, 857—872.

Jones, L. R., 1901: *Bacillus carotovorus* n. sp., die Ursache der weichen Fäule der Möhre. Zbl. Bakt. II, **7**, 12—21 und 61—68.

Leach, J. G., 1930: Potato blackleg: The survival of the pathogen in the soil and some factors influencing infection. Phytopathology **20**, 215—228.

— —, 1931: Further studies on the seed-corn maggot and bacteria with special reference to potato blackleg. Phytopathology **21**, 387—406.

— —, 1933: The method of survival of bacteria in the puparia of the seed-corn maggot (*Hylemyia cilicrura* Rond). Z. angew. Entomol. **20**, 150—161.

— —, 1940: Insect transmission of plant diseases. McGraw-Hill Book Comp., New York und London.

Lord, T. H., 1952: Determinative bacteriology, laboratory manual. Burgess Publ. Comp., Minnesota.

Miehe, H., 1931: Die Bakterien und ihre Verbreitung im praktischen Leben. Quelle und Meyer, Leipzig.

Nolte, H. W., 1954: Neuzeitliche Verfahren zur Bekämpfung der Kohlfliege. Deutsche Landwirtschaft **5**, 208—212.

Rippel-Baldes, A., 1952: Grundriß der Mikrobiologie. Springer, Berlin und Göttingen. 3. Aufl.

Rosenbaum, J., and G. B. Ramsey, 1918: Influence of temperature and precipitation on the black-leg of potato. J. agr. res. **13**, 507—513.

SALLE, A. J., 1948: Fundamental principles of bacteriology. McGraw-Hill Book Comp., New York, Toronto und London.

STAPP, C., 1928: Die Schwarzbeinigkeit und Knollennaßfäule der Kartoffel. Arb. Biol. Reichsanst. Land- u. Forstwirtsch. **16**, 643—703.

— —, 1956: Bakterielle Krankheiten. In SORAUER, Handb. Pflanzenkrankh., Bd. II, 2. Lfg., 6. Aufl. Parey, Berlin.

— —, und G. SPICHER, 1954/55: Zur Frage der Resistenzverschiedenheiten pflanzlicher Wirte gegenüber Bakterien und ihre Ursachen. 1. Mitt. Untersuchungen mit *Erwinia phytophthora*, dem Erreger der Schwarzbeinigkeit und Knollennaßfäule der Kartoffel. Zbl. Bakt. II, **108**, 156—181.

WORONKEWITSCH, J. V., 1948: Die Lebensfähigkeit des Erregers einer bakteriellen Weichfäule des Kohls, *Erwinia aroideae* (Townsend) Holland im Boden. Mikrobiologie **17**, 91—95 (russ.).

* Die Arbeiten waren nur im Referat zugänglich.

Aus dem Institut für spezielle Botanik
der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich
Direktor: Prof. Dr. E. Gäumann

Untersuchungen über die Valsaceengattung *Valseutypella* v. H.

Von

M. Hubbes

Mit 7 Abbildungen

Inhalt: Einleitung. — 1. Kap. Morphologische Untersuchungen von *Valseutypella* v. H. 2. Kap. Physiologische Eigenschaften der Gattung. — Zusammenfassung. — Summary. — Literaturverzeichnis.

EINLEITUNG

Die Gattung *Valseutypella* wurde von v. Höhnel (1918) auf der Typusart *Valseutypella tristicha* (De Not.) v. H. aufgebaut. De Notaris (1867) beschrieb den Pilz erstmals als *Diatrype tristicha,* in der Rinde von Rosen vorkommend, und ordnete ihn den Diatrypeen zu. Spätere Autoren wie Saccardo (1882), Berlese und Bresadola (1888) und Berlese (1902) gliederten den Pilz ebenfalls unter den Diatrypeen in das System ein. Erst v. Höhnel (1918, 1920) erkannte den diaporthalen Bau der Perithecien von *Diatrype tristicha* De Not. und stellte die Art auf Grund ihres besonderen Stromas als eigene Gattung zu den Valsaceen. Die Asci dieser Pilze besitzen einen mit Jod nicht anfärbbaren Apikalring (Luttrell 1951, v. Arx und Müller 1954, Kern 1957) und lösen sich bei der Reife durch Verschleimen ihrer kurzen Stiele von der Perithecienwand. Sie erfüllen den gesamten Hohlraum der Perithecien (v. Höhnel 1917). Ihre Ascosporen sind einzellig, farblos und oft gekrümmt (allantoid). Die Asci der Diatrypeen dagegen besitzen einen mit Jod anfärbbaren Apikalring und sind lang gestielt (Munk 1957). Bei der Reife werden sie durch die Paraphysen miteinander verklebt und verbleiben an der Perithecienwand (v. Höhnel 1917). Ihre Ascosporen sind gefärbt, einzellig und meist allantoid. Während die Diatrypeen hauptsächlich die Rinde von totem Material bewohnen, besiedeln viele Arten der Valsaceen die Rinde verschiedener lebender Holzpflanzen. Sie sind besonders

in den letzten Jahren in Europa (MÜLLER-STOLL und HARTMANN 1950, SCHMIDLE 1954, BUTIN 1955 und URBAN 1958), den USA und Kanada (SCHREINER 1931, CHRISTENSEN 1940) in größerem Umfang parasitisch aufgetreten.

Valseutypella tristicha (De Not.) v. H. wurde bisher im Vergleich zu den übrigen Valsaceen nur sehr spärlich gefunden. Dies mag daran liegen, daß der Pilz bestimmte Lagen bevorzugt (URBAN 1960). In der vorliegenden Arbeit wird der Pilz auf seine morphologischen und physiologischen Eigenschaften untersucht.

1. KAPITEL

Morphologische Untersuchungen von *Valseutypella* v. H.

Valseutypella v. H.
Ann. Myc. 16, 224. 1918

Die Fruchtkörper der Gattung *Valseutypella* v. H. bestehen aus einem echten Stroma und den darin eingebetteten Perithecien. Das Stroma wird von englumigen, dickwandigen, plektenchymatischen Zellen gebildet; die äußeren 3 bis 4 Zellschichten sind stärker verdickt, besitzen vor allem dunkel gefärbte Wände und umgeben als Kruste den gesamten Fruchtkörper. Nach dem Innern des Stromas nimmt die Dicke der Zellwände ab und das Lumen der Zellen entsprechend zu. Die Wände der Perithecien bestehen, wie bei den übrigen Valsaceen, aus etwa 3 dickwandigen, dunkeln und etwa 3 dünnwandigen, hyalinen Zellschichten. Ebenso läßt sich der Apikalring der 4- oder 8sporigen Asci nicht mit Jod anfärben. Bei der Reife der Asci verschleimen ihre sehr kurzen Stiele; infolgedessen lösen sich die Asci von der Zellwand und erfüllen den gesamten Perithecienhohlraum. Die Ascosporen sind einzellig, farblos und allantoid.

Nach dem diaporthalen Bau ihrer Perithecien gehört *Diatrype tristicha* De Not. zweifellos zu den Valsaceen. Neu für diese Familie ist jedoch das Vorhandensein eines echten Stromas auf Grund dessen v. HÖHNEL (1918) zu Recht die monotypische Gattung *Valseutypella* v. H. aufstellte. (Hier verstehen wir unter einem echten Stroma ein plektenchymatisches Hyphengeflecht, in dem die Fruktifikationsorgane gebildet werden [Abb. 2]; vgl. v. TAVEL 1892, GÄUMANN 1949). URBAN (1960) zweifelt an der Berechtigung der Gattung *Valseutypella* v. H., da ihr Stroma, im Vergleich zu der ihr am nächsten verwandten Gattung *Leucostoma*, nicht in ein Ekto- und ein Entostroma gegliedert werden kann. Nun wurde die Gattung von v. HÖHNEL (1918, 1920), offenbar auch aus chronologischen Gründen, an das Ende der Valsaceen gestellt, da er sie relativ spät fand. Sicher kann die Entwicklung der Valsaceen, so wie wir sie heute auffassen, (wobei diejenigen Gattungen mit schwach entwickeltem Stroma — *Valsa* Fr. Gruppe *Circinatae* — am Anfang und diejenigen mit stark entwickeltem Stroma — *Valseutypella* — am Ende der Valsaceen stehen) angezweifelt werden. Man könnte sich z. B. gut vorstellen, daß die Gattung *Valseutypella* v. H. nicht als Weiterentwicklung der Gattung *Leucostoma*, sondern als eine Seitenentwicklung der *Monostichae*

(Gattung *Valsa*) zu betrachten ist. Das Ektostroma dieser Pilzgruppe ist sehr wenig entwickelt, das Entostroma gut ausgeprägt (vgl. Hubbes 1960). (Unter dem Ektostroma verstehen wir ein Hyphengeflecht ohne Wirtsreste, unter Entostroma ein Hyphengeflecht, in dem die Perithecien gebildet werden und das noch Elemente des Wirtsgewebes enthält.) Die Gattung *Valseutypella* besitzt keine Basalschicht im Sinne der Gattung *Leucostoma*. Ihre Stromazellwände werden von der Fruchtkörpermitte zum Fruchtkörperrand hin allmählich verdickt und sind in den äußeren 3 bis 4 Zellschichten dunkel verfärbt. Sie unterscheiden sich von den normalen Zellen des Stromas nur durch ihre Verfärbung. Die Basalschicht (Konzeptakel) der *Leucostoma*-Arten hingegen besteht aus einem drei- bis vier- oder auch mehrzelligen Pseudoparenchym (Definition bei Tavel 1892). Das Entostroma wird aus mehr oder weniger dicht miteinander verflochtenen Pilzhyphen gebildet, wobei die einzelnen Hyphen ihre Selbständigkeit bewahrt haben. Ihre Zellwände sind nur wenig verdickt. Es ist somit ein wesentlicher, morphologischer Unterschied zwischen den Zellen des Entostromas und denjenigen des Konzeptakels vorhanden.

Aber nicht nur in Konzeptakel und Stroma, sondern auch in Breite und Länge der Perithecienhälse sind die beiden Gattungen verschieden. Während die Hälse der Perithecien der Gattung *Leucostoma* kürzer und zierlicher gebaut sind, sind diejenigen der Gattung *Valseutypella* besonders breit und oft sehr lang ausgebildet (vgl. Abb. 2 und Hubbes 1960, Abb. 7). Die Perithecien der Gattung *Valseutypella* gleichen vielmehr in ihrer Anordnung im Stroma und dem Bau ihrer Mündungen denen der *Monostichae* (Gattung *Valsa* Fr., vgl. Hubbes 1960, Abb. 5). Ob *Valseutypella* dieser Pilzgruppe auch in ihren physiologischen Merkmalen gleicht, muß noch geprüft werden.

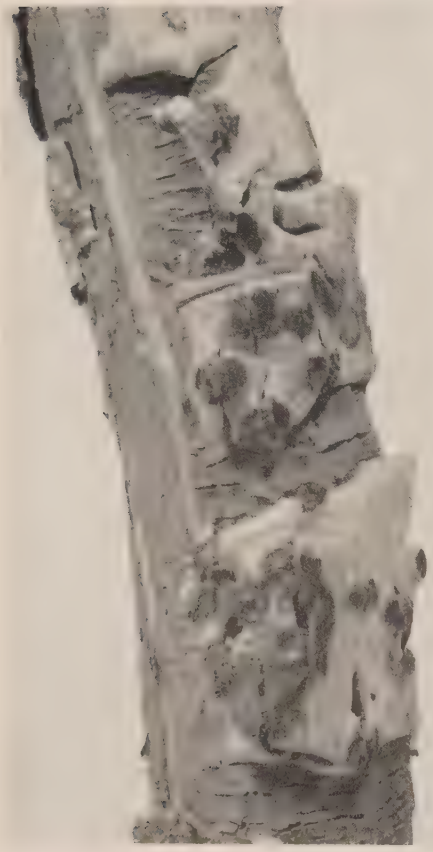
Typusart:

Valseutypella tristicha (De Not.) v. H. l. c. 224

Syn. *Diatrype tristicha* De Not., Recl. Piren. ital. 481, 1867

Diagnose und neue Kombination an den zitierten Stellen sind eindeutig und gültig. Später gab der Autor ausführlichere Diagnosen der Gattung und Typusart (Ann. Myc. **18**, 71 und 72). Widersprüche ergaben sich daraus nicht.

Fruchtkörper unregelmäßig über größere Rindenpartien verstreut, pustelartig das Periderm mit den dicht gedrängten Mündungen durchbrechend. Fruchtkörper oft am Rande zusammenwachsend, dunkel durch das Periderm durchscheinend (Abb. 1). Die Mündungsscheibe (Discus) fehlt. Mündungen bald dicht gedrängt, bald locker über den oberen Teil des Fruchtkörpers verteilt. Echtes Stroma als hornartiges Plektenchym gut ausgebildet. Seine äußeren 3 bis 4 Zellschichten sind dunkel gefärbt und umgeben als Kruste den gesamten Fruchtkörper (Abb. 2). Bei älteren, ganz ausgereiften Fruchtkörpern zerfällt der innere Teil des Stromas zu einem weißen Pulver. In der Regel enthält das ausgereifte Stroma keine Reste von Wirtsgewebe. Die Perithecien sind meist in einer, oft in mehreren Ebenen (dann traubenförmig) im Stroma gelagert. Ihre 66 bis 100 μ dicken Mündungen besitzen einen 26 bis 30 μ weiten Mündungskanal. Die 34 bis 61 μ langen und 8 bis



10,5 μ breiten Asci enthalten, wenigstens bei den von mir untersuchten Exemplaren, 4 hyaline, allantoide, 8 bis 26 μ lange und 2,5 bis 5 μ breite Ascosporen.

Nebenfruchtform vom *Cytospora*-Typus: Die Pyknidien sind einkammerig und besitzen eine zentrale Mündung durch die die 3 bis 6 μ langen und 1 μ breiten Konidien in blassen, gelblichen bis rötlichen Ranken entleert werden. Die Konidienform von *Valseutypella tristicha* ist mir nur aus der Kultur bekannt. Aus Ascosporen gezogene Stämme bildeten auf 2 %igem Malzagar und sterilisierten *Rosa*-Zweigen nach drei bis vier Wochen Pyknidien. Sie sind

Abb. 1. Fruchtkörper von *Valseutypella tristicha* (De Not.) v. H. in der Rinde von *Rosa* spec. Ihr Stroma scheint durch das Periderm dunkel hindurch. Vergr. 6×. (Aufnahme Photogr. Inst. E.T.H.)

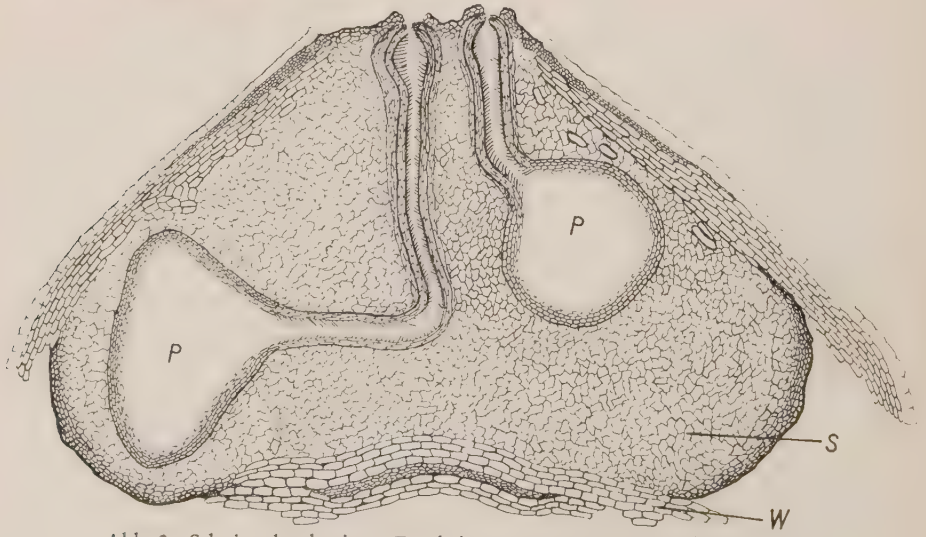


Abb. 2. Schnitt durch einen Fruchtkörper von *Valseutypella tristicha*. S = Stroma, Pe = Perithecien, W = Wirtsgewebe. Vergr. 50×

den von URBAN (1960) zu *Cytospora pendulina* Urban beschriebenen sehr ähnlich. Die Nebenfruchtform von *Valseutypella tristicha* unterscheidet sich aber von *Cytospora pendulina* in ihrer Sporengröße.

Untersuchtes Material:

1. REHM, *Ascomycetes exsiccati* 2174 *Diatrype tristicha* De Not. Leg. J. F. BAKER, Kulm, Mai 1914, Nordamerika auf Zweigen von *Rosa* spec.
2. WEESE, *Eumycetes selecti exsiccati* (Staatsherbarium München) 84 *Valseutypella tristicha* (De Not.) v. H. auf *Rosa* spec. Whitestone Gully, Norddakota, USA., Mai 1920. Leg. J. F. BRENCKLE, com. Dr. F. PETRAK.
3. BRENCKLE, *Fungi Dakotenses* 251 *Diatrype tristicha* De Not. on *Rosa* spec. Nyland Grove, Lamoure Co., Norddakota, April 5, 1914. Leg. J. F. BRENCKLE.
4. *Valseutypella tristicha* (De Not.) v. H. auf *Rosa* spec. Kt. St. Gallen, Hinterruck, 2. Juni 1951. Leg. E. MÜLLER.
5. *Valseutypella tristicha* (De Not.) v. H. auf *Rosa* spec. Kt. Graubünden, Schanfigg, 14. Juni 1959. Leg. E. MÜLLER.

2. KAPITEL

Physiologische Eigenschaften der Gattung

A. Fruchtkörperbildung

Isolierungen von Ascosporen aus einem Fruchtkörper des Materials Nr. 5 (*Valseutypella tristicha* [De Not.] v. H. auf *Rosa* spec., Kt. Graubünden) ergaben auf 2%igem Malzagar Pilzstämme mit weißem Luftmyzel. Da sich die verschiedenen Isolierungen in Myzelfarbe und Wachstumsweise glichen, wurde für die weiteren Untersuchungen nur ein Stamm (E T. H. 2992) verwendet.

In Petrischalen bildete der Pilz nach drei bis vier Wochen Pyknidien und in Schrägröhrchen nach ein bis vier Monaten (bei Zimmertemperatur) reife Fruchtkörper. Auf Nährböden von Hefe- oder Rindenextrakt erfolgte keine Fruktifikation.

Die in vitro gebildeten Fruchtkörper zeigen von denjenigen in vivo keine Abweichungen. Sie werden auch hier, wie auf ihrem natürlichen Substrat, von einer Kruste dunkel gefärbter Zellen umgeben. Die stark verlängerten Mündungen überragen das Stroma (Abb. 3). Das mag mit den günstigen

Abb. 3. Fruchtkörper von *Valseutypella tristicha* De Not.) v. H. auf Malzagar in Schrägröhrchen. Die Mündungen der Perithecien überragen das Stroma. Vergr. 16 : 1 (Aufn. Photogr. Inst. E.T.H.)

Feuchtigkeitsverhältnissen zusammenhängen, die während ihrer Bildung im Reagenzglas herrschten.

Bei der Durchsicht des auf Seite 393 angeführten Herbarmaterials fiel die unterschiedliche, mittlere Sporengröße der einzelnen Herkünfte auf. Ihre

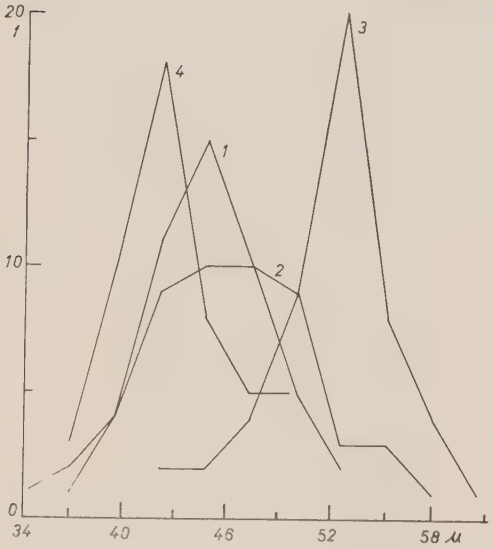


Abb. 4. Länge der Ascosporen verschiedener Stämme von *Valseutypella tristicha* (De Not.) v. H. Nr. 1 = Herkunft Kt. Graubünden in vitro. Nr. 2 = Herkunft Kt. Graubünden in vivo. Nr. 3 = Herkunft Kt. St. Gallen. Nr. 4 = Herkunft 251. Nr. 5 = Herkunft 2174. Nr. 6 = Herkunft 84. Ordinate: Häufigkeit f der einzelnen Meßwerte. Von jeder Herkunft wurden 50 Sporen gemessen. Alle Sporen stammen aus viersporigen Asci. Abszisse: Länge in μ

Meßwerte (je 50 Sporen in Milchsäure gemessen) sind in Abbildung 4 graphisch dargestellt. Alle Asci der untersuchten Stämme enthielten 4 Ascosporen. Die Sporengrößen liegen zwischen 8 und 26 μ. Die Mittelwerte weichen erheblich voneinander ab und bestätigen die anfänglichen Beobachtungen (z. B. Nr. 3 und Nr. 5 in Abb. 4).

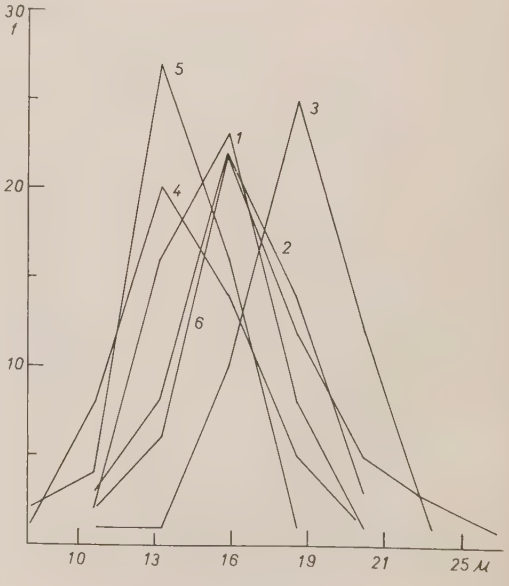


Abb. 5. Länge der Asci verschiedener Herkünfte von *Valseutypella tristicha* (De Not.) v. H. Nr. 1 = Herkunft Kt. Graubünden in vivo. Nr. 2 = Herkunft Kt. Graubünden in vitro. Nr. 3 = Herkunft Kt. St. Gallen. Nr. 4 = Herkunft 251. Abszisse: Länge in μ. Ordinate: Häufigkeit f der einzelnen Meßwerte. Von jedem Stamm wurden 50 Asci gemessen

Wie verhalten sich nun die Sporengrößen der Fruchtkörper in vitro? Streuen sie ebenfalls von 8 bis 26 μ und erfassen somit den gesamten Streuungsbereich aller Herkünfte, oder liegen sie nur im Bereich ihrer Ausgangsfruchtkörper in vivo? Vergleicht man die beiden Kurven Nr. 1 und Nr. 2 miteinander, so kann man keine Abweichungen zwischen den Sporengrößen in vivo und denjenigen in vitro feststellen. Die Streuungen erstrecken sich nur auf den Bereich des Ausgangsmaterials. Demnach ist die Sporengröße für den einzelnen Stamm ein konstantes Merkmal.

Ebenso wie in ihren Sporengrößen, weisen die einzelnen Herkünfte auch in ihren mittleren Ascilängen erhebliche Unterschiede auf (Abb. 5, Nr. 3 und Nr. 4). Die Asci der Fruchtkörper in vitro weichen in ihrer Länge von derjenigen in vivo ebenfalls nur wenig ab (Abb. 5, Nr. 2 und Nr. 1). Allgemein laufen die Größen der Asci mit denjenigen der Ascosporen parallel.

Nach den oben angeführten Messungen umfaßt *Valseutypella tristicha* (De Not.) v. H. eine Vielzahl von Stämmen, deren Fruchtkörperbau, Ascus- und Sporenform gleich ist, die sich aber in Asci- und Sporengröße unterscheiden. Dabei bestehen zahlreiche Übergänge. Die Art gleicht hierin *Valsa ambiens* (Pers.) Fr.

B. Wachstumsgeschwindigkeit

Um die Temperaturansprüche des Pilzes kennen zu lernen und gleichzeitig festzustellen, ob der Pilz hierin vielleicht eine Besonderheit gegenüber den anderen Valsaceen aufweist, prüfte ich zunächst seine Wachstumsgeschwindigkeit auf Malzagar. Wir legten die Versuche in je fünf Wiederholungen mit 9 Temperaturstufen von 0 bis 37 °C an. Die Petrischalen wurden mit einer 20 mm² großen, myzelbewachsenen Agarscheibe beimpft und nach sechs Tagen der Koloniedurchmesser bestimmt. Die in Abbildung 6 graphisch dargestellte Wachstumskurve weist ihr Optimum bei 21 °C, ihr Maximum bei 37 °C und ihr Minimum unter 0 °C auf; demnach zeigt *Valseutypella tristicha* in ihrer Wachstumskurve, im Vergleich zu den übrigen Valsaceen (vgl. Hubbes 1960), keine Besonderheiten.

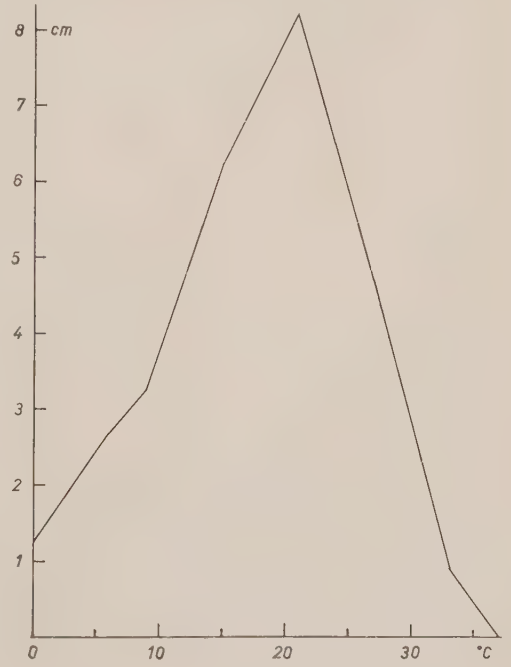


Abb. 6. Wachstumskurve von *Valseutypella tristicha* (De Not.) v. H. Abszisse: Temperatur in °C. Ordinate: Durchmesser der Kolonien

C. Wachstumsfaktoren

Manche *Valsa*-, *Leucostoma*- und *Valsella*-Stämme benötigen neben der Grundnährlösung eine Reihe zusätzlicher Wachstumsfaktoren. FRIES (1938) konnte das Wachstum von *Valsa pini* Alb. et. Schw. mit Vitamin B_1 + Biotin steigern. DÉFAGO (1944) und HUBBES (1960) förderten das Wachstum von *Valsa ceratosperma* (Tode ex Fr.) Maire und *Leucostoma translucens* (De Not.) v. H. mit Vitamin B_1. Waren in der Nährlösung Vitamin B_1 und Biotin gleichzeitig vorhanden, so konnte das Wachstum von *Valsa pini* durch Inosit noch weiter verstärkt werden. Auf *Leucostoma translucens* zeigte Inosit keine Wirkung. Weiterhin vermag auch Hefeextrakt das Wachstum von *Leucostoma*-Stämmen erheblich zu fördern (KERN 1957, HUBBES 1960).

Wie verhält sich nun der Stamm von *Valseutypella tristicha* (De Not.) v. H. in seinen Wuchsstoffansprüchen?

Hierzu wurden die Versuche mit 5 Wiederholungen in Erlenmeyerkölbchen von 100 ccm Inhalt durchgeführt. Jedes Kölbchen enthielt 30 ccm der folgenden Grundnährlösung: 2 g Asparagin, 1 g KH_2PO_4, 0,5 g $MgSO_4$, 10 g Glukose und 1000 ccm Aqua dest. Zusätzlich wurden die Wirkstoffe Inosit, Biotin, Vitamin B_1 und Pantothensäure in verschiedenen Kombinationen zugefügt (Tab. 1). Als Vergleichsnährlösungen dienten die Grundnährlösung ohne Wirkstoff (Kontrolle), Watteextrakt, 2%ige Malznährlösung und KHG-Nährlösung.

Tabelle 1

Kombination verschiedener Wirkstoffe
je Kölbchen je 10 γ Wirkstoff

Myzeltrockengewichte nach 14 Tagen in mg

Kontrolle	12	Pantothensäure + Biotin	2
B_1	10	Inosit + Biotin + Pantothensäure	5
Pantothensäure	6	Inosit + B_1 + Pantothensäure	**19**
Biotin	9	Inosit + B_1 + Biotin	**20**
Inosit	10	Biotin + Pantothensäure + B_1	6
Inosit + B_1	**20**	Inosit + B_1 + Biotin + Pantothensäure	**26**
Inosit + Pantothensäure	7	Watteextrakt	25
Inosit + Biotin	5	2%ige Malznährlösung	33
B_1 + Biotin	4	KHG-Nährlösung	70
B_1 + Pantothensäure	9		

Tabelle 2 zeigt, daß nur durch Kombination von Inosit + B_1 eine wesentliche Wachstumssteigerung stattfindet. Allein oder in Kombination mit den restlichen hier verwendeten Wirkstoffen besitzen sie keine Wirkung. Der Wachstumseffekt der Rohwatte entspricht der Kombination Inosit + B_1. Etwas besser wird das Wachstum durch die Malznährlösung gefördert, während mit Hefeextrakt (KHG-Nährlösung) das beste Wachstum erzielt wird.

D. Wachstum auf verschiedenen Substraten

Untersuchungen Perssons (1955) zeigen, daß *Valsa nivea* (Pers.) Fr. auf dem Rindenextrakt der gegen diesen Pilz hochanfälligen Hybridaspe (*Populus tremula* × *Populus tremuloides*) besonders gut wächst, von dem Extrakt der resistenten *Populus tremula* dagegen gehemmt wird. Hubbes (1960) konnte in Versuchen auf Rindenextrakten mit einigen *Valsa-*, *Leucostoma-* und *Valsella*-Stämmen von verschiedenen Wirtspflanzen keine Spezialisierung der Stämme erkennen. Kern (mündliche Mitteilung) dagegen stellte bei einzelnen *Leucostoma*-Stämmen auffallende Beziehungen zwischen Wachstum auf Rindenextrakt und Wirtspflanze fest. Wurden die Stämme auf verschiedenen Rindenextrakten kultiviert, so wuchsen sie auf dem Extrakt ihrer Wirtspflanze am besten.

Eigene Untersuchungen mit *Valseutypella tristicha* zu dieser Frage sind in Tabelle 2 dargestellt. Die Versuche wurden in Petrischalen mit dem KHG-Nährboden folgender Zusammensetzung durchgeführt: 1 g Calciumnitrat, 0,25 g Magnesiumsulfat, 0,25 g Monokaliumphosphat, 0,25 g Kaliumchlorid, 0,01 g Ferrichlorid, 5 g Hefeextrakt (Difco), 20 g Glukose, 1000 ccm Aqua dest. und 18 g Agar. Diesem Nährboden wurden die entsprechenden 10%igen wässerigen Rindenextrakte zugefügt (Darstellung bei Hubbes 1959). Nach 2, 4 und 6 Tagen wurde der Durchmesser der Kolonien bestimmt. Rindenextrakte von *Sorbus aucuparia*, *Rosa* sp. und *Salix caprea* fördern das Wachstum von *Valseutypella tristicha* im Vergleich zu KHG-Agar. Die Wachstumsförderung ist bei *Sorbus* am geringsten, bei *Rosa* und *Salix* wesentlich besser; der Extrakt von *Populus alba* hemmt in dieser Versuchsanordnung das Wachstum des Pilzes vollständig. Enthält der Nährboden nur Rindenextrakt und Agar, bleibt die Reihenfolge der Wachstumsintensität dieselbe. Es können aus diesen Versuchen keine eindeutigen Beziehungen zwischen Wachstum auf Rindenextrakt und ursprünglicher Wirtspflanze abgeleitet werden.

Tabelle 2

Wachstum von *Valseutypella tristicha* (De Not.) v. H. auf verschiedenen Rindenextrakten

(Koloniendurchmesser in cm)

Zeit in Tagen	Nährböden									
	mit KHG					ohne KHG				
	Kontrolle	*Sorbus*	*Rosa*	*Salix*	*Populus*	*Sorbus*	*Rosa*	*Salix*	*Populus*	Kontrolle
2	13	21	20	21	0	14	15	14	0	0
4	33	42	55	62	0	18	33	31	0	0
6	50	73	84	88	4	28	47	49	0	0

Abbildung 7 zeigt das Wachstum von *Valseutypella tristicha* auf Zweigstücken von *Rosa* sp., *Salix caprea* und *Populus alba*, die in Reagenzgläschen mit 3 ml Aqua dest. sterilisiert worden war. Der

Pilz wächst auf den Zweigstücken von Rosen am besten, auf denjenigen von *Salix* und *Populus* dagegen nur kümmerlich. Auf den Rosenzweigen bildete er nach 3 Wochen Pyknidien und nach 6 Wochen die Hauptfruchtform. Die ursprüngliche Wirtspflanze bildet somit in dieser Versuchsanordnung das beste Substrat.

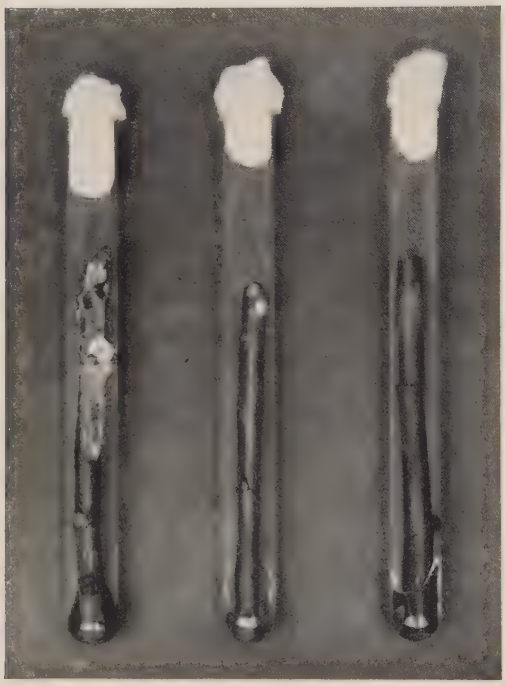


Abb. 7. Wachstum von *Valseutypella tristicha* auf sterilisierten Zweigen von *Rosa* sp., *Salix caprea* und *Populus alba* nach einer Woche. 0,5 nat. Gr. (Aufnahme Photogr. Institut E.T.H.)

Schließlich infizierten wir Stecklinge von *Rosa* sp., *Salix caprea* und *Populus alba* mit *Valseutypella tristicha*. Dabei wurden je fünf Stecklinge in Plastikbeuteln bei 21 °C gehalten. In den ersten 14 Tagen trat keine Veränderung ein; erst nachdem die Plastikbeutel geöffnet worden waren und die Stecklinge erhebliche Wasserverluste erlitten hatten, konnte bei den Rosenstecklingen eine von der Infektionsstelle ausgehende Dunkelverfärbung der Rinde beobachtet werden. Aus den verfärbten Stellen ließ sich der Pilz rückisolieren. Er vermag somit auf Rosen (nicht aber auf Weiden oder Pappeln) zu parasitieren; die Pflanzen müssen jedoch (mindestens bei der geprüften Temperatur) geschwächt sein.

Zusammenfassung

Valseutypella tristicha (De Not.) v. H. auf Rosenzweigen, die Typusart der monotypischen Gattung *Valseutypella* v. H., wurde morphologisch und physiologisch untersucht. Der Pilz bildet in vitro auf Malzagar die Hauptfruchtform; seine Nebenfruchtform vom *Cytospora*-Typus wurde (ebenfalls in Reinkultur) erstmals gefunden. Wie die früher untersuchten Arten der Valsaceen zerfällt auch *Valseutypella tristicha* in zahlreiche Stämme; die Größe der Sporen und Asci bildet ein konstantes Merkmal des einzelnen Stammes. Das Wachstum in vitro wird durch Inosit + Vitamin B_1 (nur in Kombination), Watte-, Malz- und Hefenextrakt gefördert. Eine eindeutige Beziehung zwischen dem Wachstum auf Rindenextrakten und der Wirtswahl in der Natur konnte nicht festgestellt werden. Auf sterilisierten Zweigen von Rosen wuchs der Pilz wesentlich besser als auf denjenigen von Pappeln

und Weiden; nur auf den Rosenzweigen bildete er nach 3 Wochen Pyknidien und nach 6 Wochen die Hauptfruchtform.

Summary

Valseutypella tristicha (De Not.) v. H., the type species of the monotypic genus *Valseutypella* v. H., was studied in its morphology and physiology. The fungus produces perithecia in vitro on malt agar; the imperfect stage of the *Cytospora* type was observed (also in pure culture) for the first time. As in related genera the species consists of a number of individual strains which are characterized by the size of asci and ascospores. The growth of the fungus is stimulated by inositol + vitamin B_1 (in combination only), cotton-wool extract, malt extract and yeast extract. No clear correlation was found between growth on bark extracts and host range. Growth on sterilized twigs of *Salix* and *Populus* was very poor; on twigs of roses, good growth with formation of pycnidia within three weeks and formation of perithecia within six weeks was obtained.

Den Behörden des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung sei für die Unterstützung dieser Arbeit bestens gedankt, ebenso den Herren Prof. Dr. H. Merxmüller und Dr. J. Poelt (Botanische Staatssammlung München) für die Überlassung von Herbarmaterial.

Literaturverzeichnis

Arx, J. A. v., und E. Müller, 1954: Die Gattungen der amerosporen Pyrenomyceten. Beitr. Krypt.flora Schweiz **11**, Nr. 1, 434 S.

Berlese, A. N., 1902: Icones fungorum. **III**, 92, Taf. 114.

— —, et G. Bresadola, 1888: Micromycetes tridentini. Annuario della Società degli Alpinisti Tridentini **XIV**, 313.

Butin, H., 1955: Über den Einfluß des Wassergehaltes der Pappel auf ihre Resistenz gegenüber *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr. Phytopath. Z. **24**, 245—264.

Christensen, C. M., 1940: Studies on the biology of *Valsa sordida* and *Cytospora chrysosperma*. Phytopathology **30**, 459—475.

Défago, G., 1944: Seconde contribution à la connaissance des Valsées v. Höhnel. Phytopath. Z. **14**, 103—147.

Fries, N., 1938: Über die Bedeutung von Wuchsstoffen für das Wachstum verschiedener Pilze. Symb. Bot. Upsal. **3**, Nr. 2, 188 S.

Gäumann, E., 1949: Die Pilze. Birkhäuser, Basel.

Höhnel, F. v., 1917: System der Diaportheen. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **35**, 631—638.

— —, 1918 a: Mycologische Fragmente. Ann. myc. **16**, 35—174.

— —, 1918 b: Rehm, Ascomycetes exs. Fasc. 56 und 57. Ann. myc. **16**, 209—224.

— —, 1920: Mycologische Fragmente. Ann. myc. **18**, 71—97.

Hubbes, M., 1959: Untersuchungen über *Dothichiza populea* Sacc. et Briard, den Erreger des Rindenbrandes der Pappel. Phytopath. Z. **35**, 58—96.

— —, 1960: Systematische und physiologische Untersuchungen an Valsaceen auf Weiden. Phytopath. Z. **39**, 65—93.

Kern, H., 1957: Untersuchungen über die Umgrenzung der Arten in der Ascomycetengattung *Leucostoma*. Phytopath. Z. **30**, 149—180.

Luttrell, E. S., 1951: Taxonomy of the Pyrenomycetes. Univ. Missouri Studies **24**, Nr. 3, 120 S.

Müller-Stoll, W. R., und U. Hartmann, 1950: Über den *Cytospora*-Krebs der Pappel (*Valsa sordida* Nitschke) und die Bedingungen für eine parasitäre Ausbreitung. Phytopath. Z. **16**, 446—478.

Munk, A., 1957: Danish Pyrenomycetes. Dansk Botanisk Arkiv. **17**, 1—491.

De Notaris, G., 1867: Nuove reclute par la Pirenomicetologia Italica. Comm. Soc. Critt. Ital. **2**, 477—491 (zitiert nach v. Höhnel).

Persson, A., 1955: Kronenmycose der Hybridaspe. Phytopath. Z. **24**, 55—72.

Saccardo, P. A., 1882: Sylloge fungorum. Band **1**, Padua, 766 S.

Schmidle, A., 1954: Die *Cytospora*-Krankheit der Pappel und die Bedingungen für ihr Auftreten. Phytopath. Z. **21**, 83—96.

Schreiner, E. J., 1931: Two species of *Valsa* causing diease in *Populus*. Amer. J. Bot. **18**, 21—29.

Tavel, F. v., 1892: Vergleichende Morphologie der Pilze. Gustav Fischer, Jena.

Urban, Z., 1958: Revise československých zástupcu rodu *Valsa*, *Leucostoma* a *Valsella*. Rospravy Ceskoslovenske Akademie Ved. 1—100.

— —, 1960: Micromycetes new for Czechoslovakia. Acta Musei Nationalis Pragae. **16**, 1—16.

Leitfaden des Pflanzenschutzes im Obst- und Gemüsebau

Von Prof. Dr. W. Kotte

1960. 136 Seiten mit 98 Abbildungen. Kart. DM 9,80

Fragen eines praktischen Pflanzenschutzes im Obst- und Gemüsebau, wie sie sich dem Gartenfreund und dem jungen Gärtner täglich stellen, werden in diesem neuen Leitfaden verständlich und gut übersichtlich behandelt. Der Verfasser ist als Autor zweier bewährter, umfassender Werke über die gleichen Themen weit bekannt. Er ist daher besonders berufen, jedem, der sich schnellen Rat über aufgetretene Krankheiten und Schäden in seinen Kulturen holen will, mit seinem neuen Buch eine fachlich bestens fundierte Hilfe zu geben. Instruktive Bilder und übersichtliche Tabellen erleichtern die Benutzung.

Leitfaden des Pflanzenschutzes im Zierpflanzenbau

Von Ob.-Reg.-Rat a. D. Dr. H. Pape

1958. 132 Seiten mit 47 Abbildungen. Kart. DM 9,80

„Behandelt werden alle Zierpflanzen, also auch Gartenstauden, Ziergehölze, Rosen und selbstverständlich Zimmerpflanzen. Die klare Gliederung, die leichtverständliche Sprache und die zahlreichen Bilder machen die Broschüre zu einem sehr wertvollen Nachschlagewerk für jeden, der sich erfolgreich mit der Kultur und Pflege von Zierpflanzen in Garten und Zimmer beschäftigen will." *Der praktische Ratgeber im Obst- und Gartenbau*

Die wichtigsten Krankheiten der Kartoffelknollen

Erkennen, Bedeutung und Bekämpfung

Von Prof. Dr. H. Braun

1958. 3. Auflage. 49 Seiten mit 66 Abbildungen. Kart. DM 6,80

Krankheiten und Schädigungen der Kartoffelknollen spielen bei der wirtschaftlichen Verwertung wie im Kartoffelhandel eine ausnehmend wichtige Rolle. Der Verfasser vermittelt mit diesem Buch den gegenwärtigen Stand des Wissens um die Knollenkrankheiten der Kartoffeln. Das eindeutige Erkennen dieser Krankheiten wird durch möglichst erschöpfende und kennzeichnende Beschreibung und auch durch symptomgetreue bildliche Wiedergabe erleichtert. Ebenso erfolgt eine Beschreibung der nichtparasitären Krankheiten. Auch das Wesen der Wundkorkbildung wird eingehend erläutert.

VERLAG PAUL PAREY / BERLIN UND HAMBURG

Pareys Blumengärtnerei

Beschreibung, Kultur und Verwendung der gesamten gärtnerischen Schmuckpflanzen

2., neubearbeitete Auflage in zwei Bänden und einem Indexband

Unter Mitwirkung von zahlreichen namhaften Botanikern und Fachleuten aus dem In- und Ausland herausgegeben von Fritz Encke, Direktor des Palmengartens Frankfurt (Main)

Band I: 1958. 957 Seiten mit 572 Textabbildungen und 22 Farbtafeln.
(Subskriptionspreis) Halbleder DM 168,—

Band II: 1960. 852 Seiten mit 549 Textabbildungen und 18 Farbtafeln.
(Subskriptionspreis) Halbleder DM 158,—

Indexband: In Vorbereitung. Erscheint Winter 1960/61

„Pareys Blumengärtnerei" ist das Meisterwerk des gesamten Zierpflanzenbaues, das in Ausstattung und Vollständigkeit der Bearbeitung in Europa nicht seinesgleichen hat. Es gibt einen vollständigen Überblick über sämtliche heute verwendbaren Zierpflanzen und ist unentbehrlich für den Fachmann und den passionierten Blumenliebhaber. Die reiche Zahl der Abbildungen, besonders aber die Farbtafeln sind die Zierde dieses Standardwerkes. Die Nomenklatur und ebenso die Bestimmungsschlüssel entsprechen dem heute gültigen Stand. Der Indexband enthält eine Übersicht über die der „Blumengärtnerei" zugrunde liegende systematische Anordnung, Bestimmungstabellen für die in dem Werk behandelten Pflanzenfamilien, Register der lateinischen Pflanzennamen, einschließlich der Synonyme, und ein Register der deutschen Pflanzennamen.

„Gartendirektor Encke und seine 16 Mitarbeiter sind mit großer Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit an die Neubearbeitung gegangen. Sie haben nicht nur die Sortimente auf den gegenwärtigen Stand gebracht, sondern auch bei den Kulturanweisungen die neuesten Kenntnisse mit berücksichtigt. Neben Kalt- und Warmhauspflanzen, Marktpflanzen, Schnittblumen und Kakteen, botanischen Seltenheiten, Wasserpflanzen, Einjahrsblumen, Blumenzwiebeln und -knollen werden auch die Stauden und Gehölze behandelt, so daß ein vollständiger Überblick über alle im Erwerbsgartenbau, Garten und Park verwendeten Pflanzenarten gegeben wird. Pareys Blumengärtnerei ist das einzige deutschsprachige Werk dieser Art."
Zentralblatt für den deutschen Erwerbsgartenbau

VERLAG PAUL PAREY / BERLIN UND HAMBURG